Postverlagsort München

Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND

Funkbeobachtung des Erdsatelliten
Netzteile für Transistorgeräte
Modulationskontrolle im Amateursender
Prüfen und Ersatz von Kondensatoren

1. NOV.-HEFT **21** 1957

PREIS: 1.20 DM

mit Praktikerteil und Ingenieurseiten

SIEMENS
RÖHREN

PCC 88

die rauscharme Doppeltriode für die Eingangsstufe hochwertiger Fernsehgeräte

Die Doppeltriode PCC 88 ist eine Fernseh-Spanngitterröhre, bei der ein 0,008 mm dünner Gitterdraht mit großer Spannung auf einem festen Rahmen aufgewickelt ist. Damit ergibt sich zwischen Gitter und Kathode ein Abstand von nur etwa 0,05 mm. Aus diesem kleinen Abstand resultieren größere Steilheit, verstärktes Nutzsignal und kleinere Rauschzahl, Eigenschaften, die für den Besitzer eines hochwertigen Fernsehgerätes ein weitgehend rauscharmes Bild und eine Verbesserung des Fernempfanges bedeuten.

Rö 19

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 22080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert schnell und zuverlässig:

- **Rundfunk- und Fernsehgeräte**
- **Musikschränke, Kombinationen**
- **Phono- und Tonbandgeräte**
- **Koffer- und Autosuper**

u. alles einschlägige Rundfunkmaterial u. Zubehör

Blaupunkt **Nora**
Dual **Philips**
Ebner **Saba**
Graetz **Schaub-Lorenz**
Loewe Opta **Siemens**

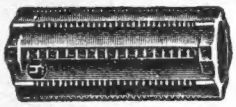
Philips-Tonbandgeräte EL 3516 und EL 3520

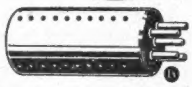
Der Radio-Fachgroßhandel verkauft nur an den Radio-Fachhandel, seinen natürlichen Partner!

Kurzwellenbauteile aus HF-Keramik

(Neufertigung) ab Lager lieferbar:
Spulenhalter SpH 30 2.45 + –.18 TZ

Hochspannungsbuchse Hobu 10
2.20+-.17 TZ





Sendespulenkörper SpkS 7,20 | Steckspulenkörper mit 5pol. Stiftsockel SpkE 20 4,50

Die obig. Preise sind Bruttopreise (Händler erh. Rabatte)

Sonderangebot!

KW- und UKW-Drehkos: solange Vorrat reicht, keine Ausschlachtware!
Schmetterlingsdrehko 34+34 pF Calitisolation, Doppelkugelgelagert Messingplatten versilbert, Dreipunktbefestigung 3,30
KW-Drehko in besonders kleiner Ausführung, Zweipunktbefestigung, Schraubenziehereinstellung, Feststellvorrichtung, Messingplatten versilbert
8 pF –,90 / 25 pF 1,50 / 50 pF 1,65
dto. jedoch mit Zentralbefestigung
10 pF Achslänge 12 mm 1,80 / 50 pF Achsl. 20mm 2.40
50 pF Achslänge 50mm 2,85
KW-Drehko, mit Zentralbefestigung, einseitig calitgelagert, Messingplatten, 30 pF 1.80
Auf die vorgenannten Preise erhalten Händler bei Abnahme ab 100 Stck. (auch sortiert) einen Rabatt von 30%
Senderdrehko, Messingplatten versilbert, gefräste Ausführung Doppelkugelgelagert, Splitstator, einmalige Qualität, 75+ 75 pF, Nettopreis DM 15.–
KW-Drehko, Kugelgelagert, hochwertige HF-Isolation, 18 pF, Netto-Sonderpreis –,90

Besonders günstiges Angebot!

Druckkammerlautsprecher 10 Watt Sonderpreis 45.–

Bestellen Sie noch heute unseren neuen Katalog über Einzelteile und Meßgeräte, einschl. Transistoren-Bauheft gegen Voreinsendung von DM 2.–, bei Nachnahme + Nachnahmespesen.

ESSEN, Kettwiger Str. 56
PSA Essen 6411

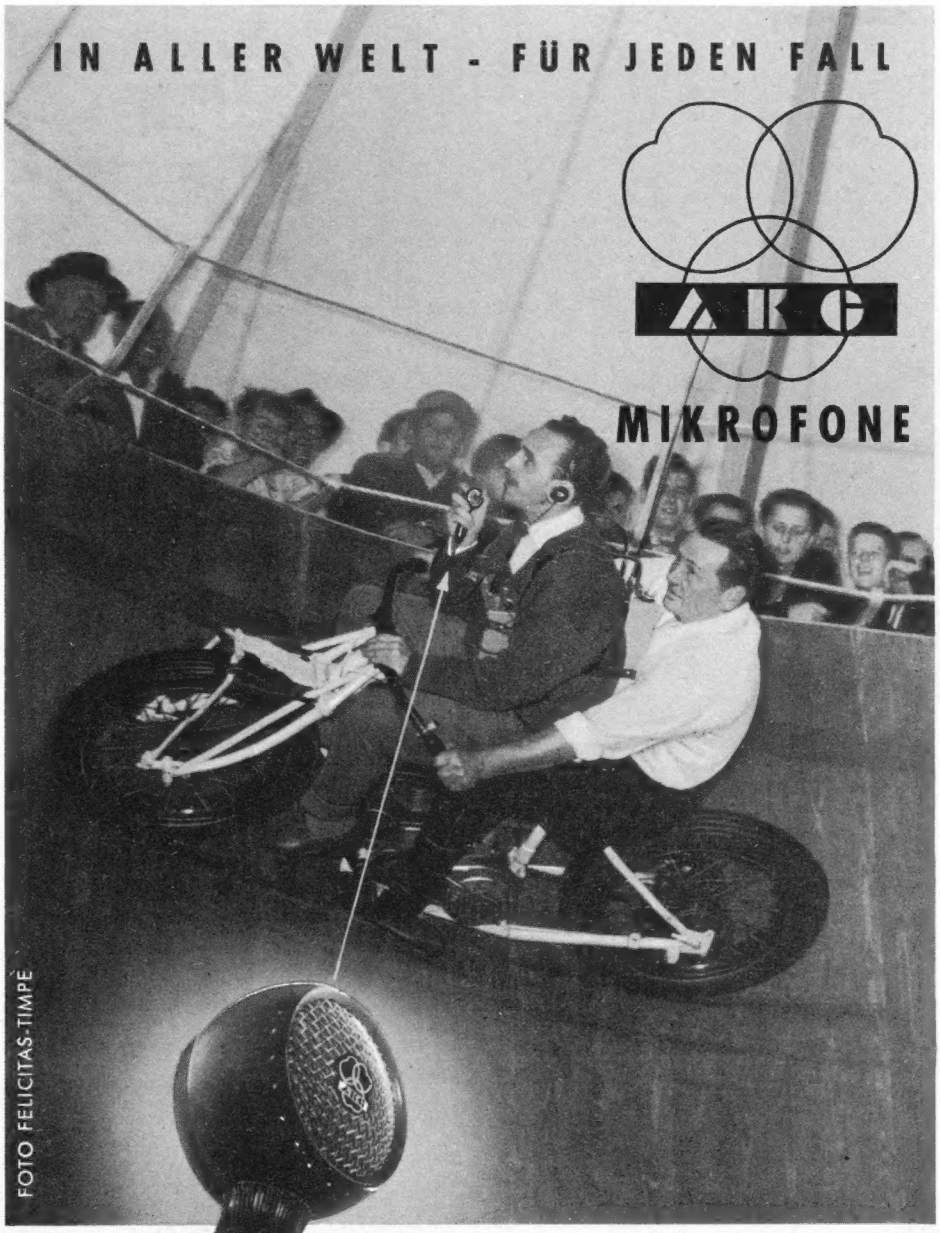
Radio FERN ELEKTRONIK

ENDSTUFEN-TRANSISTOREN

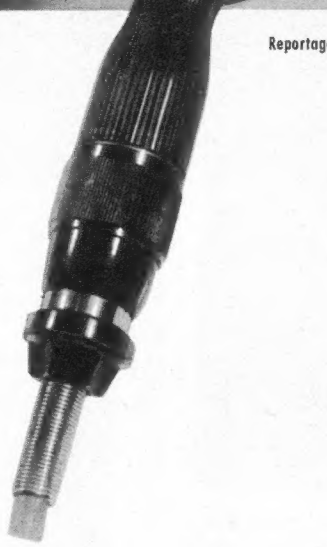
Schaltertypen, mit Kühlschelle; Grenzwiderstand bei $-I_C = 125$ mA und $-I_b = 6{,}5$ mA $\leq 2{,}8\ \Omega$ bes. geeignet für Gegentakt-Endstufen bis ca. 400 mW NF-Leistung, Gleichspannungswandler, Relaisverstärker, Schaltstufen, Fernsteuerungen usw.

OC rot, $-U_{ce\,max}$ 12 V . . . . . **DM 5.40**
(2 OC rot für Gegentakt-Endstufen . . . . DM 10.95)

Radio-Scheck NÜRNBERG Innere Laufergasse



Reportage-Sende-Empfangsgerät RSE 300 der Fa. Elektro-Apparatebau Geiling, München



Am fahrenden Motorrad auf der Steilwand berichtet Zeitfunkreporter Dr. Egloff Schweiger für den Bayer. Rundfunk vom Oktoberfest

Auch bei Reportagen aus lärmerfüllter Umgebung bringt das

Dyn. Richtmikrofon D 15

eine hervorragende Sprachverständlichkeit

Typ D 15/geg für Gegensprechverkehr geeignet

AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH

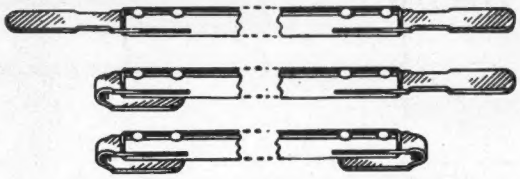
MÜNCHEN 15 · SONNENSTR. 20 · TELEFON 555545 · FERNSCHREIBER 0523626

ETTI

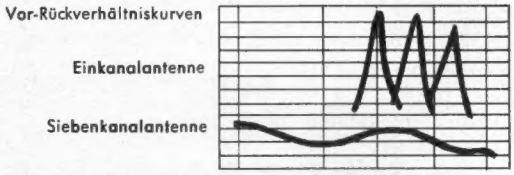
aus 1 mach 3

DAS IST KEINE KUNST

bei einer Fernseh-Kanalgruppenantenne von Hirschmann. Durch Biegeenden kann sie auf 3 verschiedene Kanäle abgestimmt werden.



Sie haben also 3 Antennen in einem Modell. Und dabei bleibt das hohe Vor-Rück-Verhältnis der Einkanal-Antenne vollständig erhalten. Ihr Vorteil liegt auf der Hand: kleineres Lager, mehr flüssiges Geld.



Bitte fordern Sie unseren Prospekt DS 2 an, der vollständige Angaben über unser Fernsehantennen-Programm enthält

Hirschmann

RICHARD HIRSCHMANN RADIOTECHNISCHES WERK ESSLINGEN AM NECKAR

WIMA

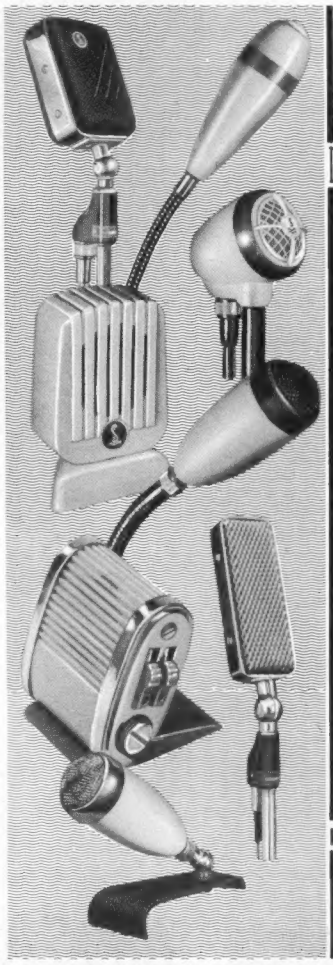
Tropydur

KONDENSATOREN

werden nach dem patentierten Warmtauchverfahren hergestellt. Die Umhüllung wird mit Hilfe von Vakuum aufgebracht und ist ohne Lufteinschlüsse.

WIMA-Tropydur-Kondensatoren sind feuchtigkeits- und wärmebeständig und ein ausgezeichnetes Bauelement für Radio- und Fernsehgeräte.

WILHELM WESTERMANN
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN
Mannheim-Neckarau, Wattstr. 6-8



Mesula

KRISTALL-DYNAMISCHE MIKROFONE

für jeden Verwendungszweck
für jeden Geschmack
für höchste Ansprüche

F & H SCHUMANN GMBH
PIEZO-ELEKTRISCHE GERÄTE
HINSBECK / RHLD.

Bitte fordern Sie unseren neuen Prospekt an!

KURZ UND ULTRAKURZ

Jubiläum des Rundfunkstördienstes. Am 1. Oktober 1932 – vor 25 Jahren – übernahm die damalige Deutsche Reichspost die Betreuung der Rundfunkteilnehmer bei Rundfunk - Empfangsstörungen. Diese Tätigkeit heißt heute wegen der erweiterten Aufgaben „Funkstörungs-Meßdienst". Bis 1940 hat dieser Dienst etwa 1,8 Millionen und nach 1946 etwa 0,9 Millionen Fälle von Rundfunk- und später auch von Fernsehempfangs-Störungen bearbeitet.

Atlantik-Fernsprechkabel hat sich bewährt. 300 000 Ferngespräche zwischen dem Fernamt London und Nordamerika und weitere 130 000 Gespräche zwischen dem europäischen und dem nordamerikanischen Kontinent wurden während der einjährigen Betriebszeit des atlantischen Fernsprechkabels (Schottland – Neufundland) vermittelt. Dazu kamen 2500 Rundfunkübertragungen, meist zwischen den USA und Großbritannien, aber auch zwischen den USA und Polen, Rußland, Indien und dem Vorderen und Mittleren Orient. Der seit zehn Monaten laufende Fernschreibdienst über dieses Kabel verzeichnete 10 000 Verbindungen mit 103 000 bezahlten Minuten.

Der erste Transistor - Heimempfänger. Unter der Bezeichnung Radione Junior B hat die österreichische Firma Nikolaus Eltz, Wien, einen Heimempfänger mit Transistoren (bei gemischter Bestückung) herausgebracht. Er trägt alle Merkmale eines Tischgerätes, wie großes Gehäuse, große Linearskala. Tasten für Wellenschalter usw. Dieser 6-Kreis-Super ist mit den Röhren DK 96 und DF 96, den Transistoren 3×OC 71 und 2×OC 72 sowie den Dioden OA 72 und OA 85 bestückt und für Kurz-, Mittel- und Langwellenempfang eingerichtet. Die Stromversorgung besteht aus zwei Monozellen für die Heizung und vier Monozellen für die Transistoren bzw. über DC-Umformer für die Anodenspannung; diese sechs Monozellen reichen für einhundert Betriebsstunden.

Magnetische Bildaufzeichnung für CCIR-Norm. Die Aufzeichnung von Fernseh-Bildsignalen auf Magnetband nach dem Verfahren der amerikanischen Firma Ampex wird in den USA bereits von einigen Fernseh-Programmgesellschaften regelmäßig angewendet. Das 5 cm breite Magnetband hat nur eine Geschwindigkeit von 38 cm/s, wobei das Videosignal mit rund 3 MHz Bandbreite in 0,25 mm breiten Spuren quer zum Band fixiert wird. Diese ungewöhnliche Aufzeichnung wird von vier Köpfen bewirkt, die sich am Rand einer Scheibe von 5 cm Durchmesser befinden; letztere dreht sich mit 14 400 U/min (!). Wie jetzt bekannt wird, hat Siemens & Halske mit Unterstützung der deutschen Rundfunkanstalten ein Abkommen mit Ampex geschlossen, demzufolge die nur für die US-Fernsehnorm (525 Zeilen) gebaute Aufnahmemaschine im Bundesgebiet für die CCIR-Norm (625 Zeilen) umgestellt werden kann.

Funkbeobachtung des Satelliten. Unser Leser *H. M. Ernst*, Berlin, beobachtete am 5. und 6. Oktober das 20-MHz-Signal tagsüber meist mit der Lautstärke S 3 und in den Abendstunden mit S 7 bis S 9; Spitzenlautstärke war S 9 + 15 dB. Als Empfänger dienten ein Funkhorchempfänger „Cäsar" und ein besonders empfindlicher SX 100. Weitere Versuche wurden mit einem Batterie-Audionempfänger mit zwei Nf-Röhren (3 × RV 2,4 P 700) unternommen, womit das 220-MHz-Signal mit S 3 zu hören war (vgl. Seite 577 dieses Heftes).

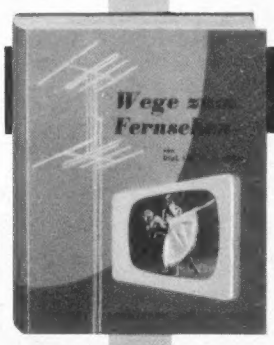
Am 8. Oktober wurde der **einmillionste Fernsehteilnehmer** im Bundesgebiet und Westberlin, der Montageschlosser Franz Leeks, im Fernsehstudio Hamburg-Lokstedt von Bundespostminister Lemmer begrüßt. Intendant Dr. Hilpert übergab für die Rundfunkanstalten, Geschäftsführer Franz Römer für die Fernsehgeräte-Industrie Glückwünsche und Geschenke. ✱ Auf der **Interbau** (Internationale Bauausstellung) in Berlin standen in den verschiedenen Musterwohnungen und -häusern **über 100 Empfänger von Max Braun.** ✱ Chile bestellte bei Telefunken **48 bewegliche und 3 ortsfeste UKW-Funksprechanlagen für den Polizeifunkdienst.** ✱ Für das **Fernseh-Regionalprogramm des NDR** ab 2. Dezember wurden drei Filmwagen und eine tragbare Fernsehkamera mit einem nur 6,3 kg schweren, ebenfalls tragbaren Reportage-Kleinstsender französischer Herkunft angeschafft. ✱ Die **Fernsehteilnehmer im Bundesgebiet und Westberlin** verteilen sich wie folgt: NWRV (Norddeutscher und Westdeutscher Rundfunk) 65 %, Hessischer und Bayerischer Rundfunk je 9 %, Süddeutscher und Südwestfunk je 6 %, SFB 4 % und Radio Bremen 1 %. ✱ In Breisach am Rhein wurde das **zweite deutsche Ionosphären-Forschungsinstitut** eingerichtet; es untersteht vorerst dem FTZ in Darmstadt und widmet sich besonders der Erforschung des Drifts von reflektierenden Schichten der Ionosphäre. ✱ Der Bayerische Rundfunk nahm auf dem **Kreuzberg/Rhön einen zweiten UKW-Sender** in Betrieb (97,75 MHz, 3 kW). Folgende Sender änderten ihre Frequenzen: Ochsenkopf I von 88,2 MHz auf 96 MHz, Hühnerberg I von 93,3 MHz auf 89,7 MHz, Hohenpeißenberg II von 89,7 MHz auf 91,2 MHz und Ochsenkopf II von 91,8 MHz auf 88,2 MHz. ✱ Mehr als **60 Hersteller von Empfängergehäusen,** Beschlägen, Verpackungskartons und -material stellten vom 1. bis 3. Oktober in London aus. ✱ **„Radio Hobby Exhibition"** nennt sich die jährliche Ausstellung der englischen Kurzwellenamateure, die diesmal vom 23. bis 27. Oktober in London stattfindet. ✱ Einen neuen **Reichweitenweltrekord im 2-m-Amateurband** stellten W 6 NLZ, Los Angeles/Californien und KH 6 UK, Kahuku/Hawaii mit 4200 km auf; beide Amateure benutzten 1-kW-Sender und große Richtantennen. ✱ Noch in diesem Jahr soll der **Fernsehsender auf dem Säntis** (Ostschweiz) seinen Betrieb in Kanal 7 mit 100/20 kW eff. Leistung aufnehmen, soweit die Witterung die Endmontage nicht behindert.

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. Oktober 1957

	A) Rundfunkteilnehmer		*B) Fernsehteilnehmer*	
Bundesrepublik	13 418 350	(+ 36 159)	950 634	(+ 45 145)
Westberlin	805 918	(+ 3 267)	46 359	(+ 3 868)
zusammen	14 224 268	(+ 39 426)	996 993	(+ 49 013)

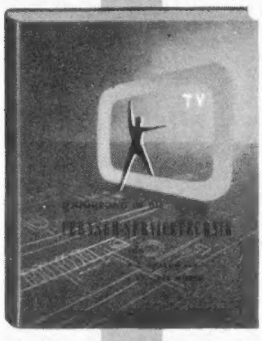
Unser Titelbild: **In letzter Zeit wurden zwei Überhorizont-Verbindungen auf Dezimeterwellen in Betrieb genommen. Unser Bild zeigt links eine für diesen Zweck auf Sardinien errichtete Parabolantenne und rechts eine Großschirm-Antennenwand der Florida-Kuba-Strecke (vgl. den Aufsatz auf Seite 578).**

PHILIPS
FACHBÜCHER
rund um das Fernsehen



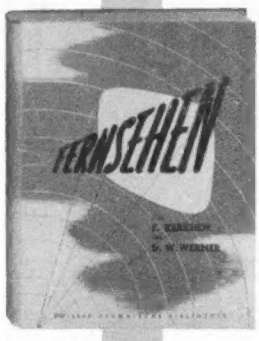
Wege zum Fernsehen
Von Dipl.-Ing. W. A. Holm (55)
Eine allgemeinverständliche Darstellung des Fernsehproblems. (8°) 334 Seiten, 246 Abb.
Gln. **DM 15,–**

Dieses Buch bringt in leichtverständlicher und lebendiger Form eine gründliche Übersicht über alle Probleme des Fernsehens. Es enthält weder Mathematik, schwierige Formeln, noch Schalt-Skizzen. Dennoch ist der Verfasser keinem Problem aus dem Wege gegangen und hat versucht, es allgemeinverständlich und interessant darzustellen.



Einführung in die Fernseh-Servicetechnik
Von H. L. Swaluw und J. van der Woerd (55)
(8°) 274 Seiten, 326 Abb., 3 Schalttafeln. Gln. **DM 19,50**

Zweck des Buches ist, den sein Fach praktisch und theoretisch beherrschenden Rundfunkinstandsetzer mit den Arbeiten und Verrichtungen vertraut zu machen, die an Fernsehempfängern erforderlich sind, um das Bild in der richtigen Weise einzustellen und einfachere Instandsetzungen, um die es sich bei über 50% der auftretenden Störungen handelt, durchzuführen.



Fernsehen
Von Fr. Kerkhof und Dipl.-Ing. W. Werner. 2. erweiterte Auflage (54) mit einem Vorwort von Prof. H. G. Möller, Universität Hamburg.
Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen der Fernsehtechnik unter weitgehender Berücksichtigung der Schaltungen. Direktsicht- und Projektionsempfänger.
(gr.–8°) 474 Seiten, 360 Abb., 2 Ausschlagtafeln, 28 Seiten mit Photos außerhalb des Textes
Gln. **DM 28,–**

Außerdem:

Daten und Schaltungen von Fernsehempfängerröhren
246 Seiten, 245 Abb., Gln. DM 14.–

Fernseh-Empfangstechnik (I) 187 Seiten, 123 Abb., Gln. DM 14.–
Fernseh-Empfangstechnik (II) 150 Seiten, 118 Abb., Gln. DM 14.–

ERHÄLTLICH IM BUCHHANDEL
Fordern Sie den Fachbuch-Katalog 1957/58 und Sonderprospekte Fernseh-Fachbücher

DEUTSCHE PHILIPS GMBH
Verlags-Abteilung
HAMBURG 1

Briefe an die FUNKSCHAU-Redaktion

Nachstehend veröffentlichen wir Briefe unserer Leser, bei denen wir ein allgemeines Interesse annehmen. Die einzelnen Zuschriften enthalten die Meinung des betreffenden Lesers, die mit der der Redaktion nicht übereinzustimmen braucht.

Robust und betriebssicher

Obgleich wir feststellen können, daß unsere Rundfunk- und Fernsehgeräte von Jahr zu Jahr betriebssicherer werden und immer weniger zu vorzeitigem Ausfall neigen, wollen wir der nachstehenden beachtenswerten Zuschrift eines Service-Technikers Raum geben.

Alljährlich erscheint eine große Zahl neuer Fernseh- und Rundfunkgeräte, mit viel Gold und jedem erdenklichen akustischen und manuellen Bedienungskomfort, der nicht selten bis an den Rand der Spielerei reicht. Er soll den Käufer beeindrucken, und das tut er zweifellos auch. Es steht außer Zweifel, daß diese Ausstattung recht gute Verkaufsargumente liefert.

Wenn auch die meisten Geräte leistungsmäßig das halten, was sie versprechen, zumindest auf elektrischem Gebiet, so sieht es doch *mechanisch* sehr oft anders aus. Aus diesem Grunde möchte ich hier einmal generell auf einige mangelhafte mechanische Einrichtungen hinweisen, die mir aus meiner eigenen Praxis als erwähnenswert erscheinen. Ich will auch über Einrichtungen sprechen, die nach meiner Meinung überflüssig sind, zumal sie oft nur Fehlerquellen darstellen. Die vielen glänzenden Verzierungen z. B. werden nicht selten nach kurzer Zeit unansehnlich und wirken dann ausgesprochen unschön und billig. Diese Zierleisten haben außerdem die Eigenschaft, nach einiger Zeit jeden schönen Baß mit einem klirrenden Begleitton zu versehen, da sie nicht mehr ganz fest anliegen. Das gleiche gilt auch für die Blenden der Seitenlautsprecher; es ist nur gut, daß dort in den meisten Fällen die Hochtonlautsprecher zu finden sind.

Klangregister: das bedeutet meist zahlreiche Bedienungstasten. Hier kommt es vor, daß die Arretierung der Tasten zu Klagen Anlaß gibt. Ein anderes Kapitel ist, daß diese Tasten von vielen Hörern nur selten benutzt werden. Eine Taste für Sprache und Musik, neben den beiden Reglern, genügt sehr oft.

Über die *Ferritantenne* ist schon sehr viel gesprochen und geschrieben worden. Wendet man sie an, dann soll eine gute Drehmechanik die Grundlage sein, bei der vor allem der Umschalter zur Außenantenne in einer der Endstellungen gut funktioniert und sich nicht spielend verschieben und verdrehen läßt. Die Zuleitungen, die Verdrehungen bis zu 270° aushalten müssen, sind dieser Belastung nach kurzer Zeit oft nicht mehr gewachsen und brechen ab, da sie aus sehr dünnen Litzen hergestellt sind. Sollten dünne Bronzeblattfederchen, wie sie an ähnlicher Stelle bereits vor dem Kriege Verwendung gefunden haben, nicht erinnerungswürdig sein? Interessant wäre es einmal festzustellen, wieviele Rundfunkhörer diese Behelfsantenne überhaupt in Betrieb nehmen. Mancher weiß gar nicht, daß sich in seinem Gerät eine solche Antenne befindet. Die richtige Einstellung wird dann meist mit Hilfe des Magischen Auges auf größten Ausschlag vorgenommen und nicht auf Störminimum.

An *Licht* wird auch nicht gespart, alle möglichen Stellen werden beleuchtet oder wahlweise zum Beleuchten gemacht. Wird der Schalter betätigt, meldet ein Krachen im Lautsprecher, daß das Licht auch brennt. Vor dem Lautsprecher oder dessen Bespannung sind nicht selten Gitter aus Metall oder metallähnlichen Stoffen angebracht. Streicht man mit der Hand über diese Gitter, so erzeugt das ebenfalls ein kratzendes Geräusch; es läßt sich zwar beheben, indem man den Netzstecker umpolt, welchem Hörer jedoch ist das bekannt! In den meisten Fällen muß ein Techniker hingehen und den Schaden beheben.

Ein Sprung in das Innere des Gerätes: Hier ärgern den Service-Techniker oft nur zu gut verwachste Hf-Eisenkerne, die mit einer solchen Sorgfalt und einer ungeheueren Menge harten Wachses festgelegt sind, so daß ein Lösen nur nach sehr langwierigen und zeitraubenden Vorarbeiten möglich ist. Des öfteren bricht dabei ein Schlitz aus und man hat seine liebe Not, nun den Kern, ohne den Spulenkörper zu vernichten, gegen einen neuen auszutauschen. Es sind schon viele Rezepte und Vorrichtungen angepriesen worden, die aber immer reichlich Wärme voraussetzen, was Spulenkörper aus Trolitul oder ähnlichen Stoffen gar nicht vertragen; sie verziehen sich, und kein Kern will mehr passen. Zwei Tropfen möglichst weichen Wachses genügen vollkommen; außerdem ist das billiger. Von der Lacksicherung ist man glücklicherweise seit geraumer Zeit abgekommen.

Der Aufbau mancher Geräte gestattet es kaum, ohne längere Vorarbeiten Teile auszuwechseln oder Reparaturen auszuführen. Vor kurzer Zeit mußte ich bei einem fast neuen Gerät das Skalenseil wieder aufziehen, da es von seiner Bahn abgekommen war. Neben dem selbstverständlichen Ausbau des Gerätes mußten noch entfernt werden: Vier Drehknöpfe, die Skala, die Anzeigerädchen der beiden Klangregler und schließlich die Blende hinter der Skala mit den Skalenlampen. Ich finde, das ist etwas viel für eine so alltägliche Reparaturarbeit. Was soll man für ein gerissenes Skalenseil berechnen, bei soviel unnötiger Arbeit? Viele solche Kleinigkeiten sollten sich doch die Konstrukteure einmal durch den Kopf gehen lassen. Es ist so leicht, solche Mängel zu beheben bzw. abzuändern, ohne daß dadurch die ganze Kalkulation über den Haufen geworfen werden muß. Rundfunk- und Fernsehgeräte bedürfen nun einmal einer Wartung, das ist allgemein bekannt und deshalb sollte man schon bei der Herstellung den Kundendienst berücksichtigen. Das ist sicherlich keine unberechtigte Forderung.

In der letzten Zeit werden immer mehr und mehr *Massewiderstände* verwendet, die sich wegen ihrer Farbringe allgemeiner Beliebtheit erfreuen. Man braucht bei der Fehlersuche nicht mit der Pinzette das ganze Gerät umzugraben, um die Werte ablesen zu können. Wenn diese Widerstände jedoch an Stellen eingesetzt werden, an denen sie eine größere Belastung aushalten müssen, wird es schon kritischer. Die an beiden Enden eingepreßten Anschlußdrähte lockern sich durch Dehnung und Schrumpfung, sei es auch nur um einige 100stel Millimeter, und es bilden sich hohe Übergangswiderstände, wenn nicht sogar kleine Funkenstrecken. Es lohnt sich, einen auf diese Weise defekt gewordenen Widerstand einmal aufzuschlagen, um festzustellen, was da manchmal für ein lustiges Feuerwerk stattgefunden haben muß.

Drahtwiderstände minderer Qualität sind aus Rundfunk- und Fernsehgeräten auf jeden Fall zu verbannen. Ein von uns öfter verkaufter Fernsehgerätetyp war spätestens nach 8 bis 10 Wochen nach dem Verkauf zur Reparatur. Jedesmal mußte der gleiche Widerstand ausgewechselt werden, da er unterbrochen war, ohne daß ihm äußerlich etwas anzumerken war. Wir haben diese Widerstände später vor dem Verkauf gleich gegen andere ausgewechselt und dann nie mehr Ärger dieser Art gehabt. Die neue Serie dieser Gerätetypen besitzt übrigens an der gleichen Stelle den gleichschlechten Widerstand. Es hat sich also nicht bis ins Werk herumgesprochen.

Man sollte sich auch einmal überlegen, welche Arbeit der Ausbau und das Zerlegen eines Kanalschalters verursachen, und das, um an ihm oft nur einen kleinen Widerstand auszutauschen. Natürlich werden immer Fehler an Rundfunk- und Fernsehgeräten auftreten, wenn dem nicht so wäre, würde unser Beruf ja aussterben. Aber es muß doch bei der Herstellung der Geräte alles getan werden, um die Betriebssicherheit so hoch wie nur irgend möglich zu machen. Bei manchen Firmen geht das nämlich, warum nicht bei allen? Kein auch noch so kleiner Hinweis sollte übergangen werden, um jede schwache Stelle auszuschalten.

Ein 2½ Jahre altes Fernsehgerät wurde mit einer kleinen Beanstandung in die Werkstatt eingeliefert. Ein Kondensator wurde als Hauptübeltäter entlarvt, er hatte einen gehörigen Feinschluß. Ein probeweise nachgemessener anderer Kondensator desselben Gerätes war nicht viel besser daran. So lagen am Ende der Reparatur 36 Wickelkondensatoren auf meinem Arbeitstisch, sämtlich mit Isolationsfehlern behaftet.

Sicherlich wird mancher Leser meinen Darlegungen beipflichten, andere werden sie vielleicht für belanglos halten. Ich aber denke, daß die Rundfunk- und Fernsehgeräteindustrie in Gefahr ist, ihre Geräte leistungsmäßig zu überzüchten, anstatt einen wirklichen Gebrauchsgegenstand daraus zu machen. *Robust und betriebssicher sollen die Geräte sein, an kritischen Stellen lieber überdimensioniert.* Wenn Konstruktion und Fertigung diese Punkte voll erfüllen – bei einer Reihe von Gerätetypen ist dies bereits der Fall, und erfreulicherweise werden es von Jahr zu Jahr mehr –, können wir zufrieden sein und wirklich von Qualität sprechen.

P. M., Rundfunk- und Fernsehtechniker-Meister, Bocholt i. Westf.

Kanalfrequenzen im Band IV

Da beim weiteren Ausbau des Fernsehnetzes das für Fernsehsendungen in Aussicht genommene Dezi-Band IV immer interessanter wird, bringen wir nachstehend die Kanaleinteilung und die Trägerfrequenzen dieses Bandes in Megahertz entsprechend der CCIR-Norm.

Kanal	Bildträger (MHz)	Tonträger (MHz)	Kanal	Bildträger (MHz)	Tonträger (MHz)
12	471,25	476,75	20	527,25	532,75
13	478,25	483,75	21	534,25	539,75
14	485,25	490,75	22	541,25	546,75
15	492,25	497,75	23	548,25	553,75
16	499,25	504,75	24	555,25	560,75
17	506,25	511,75	25	562,25	567,75
18	513,25	518,75	26	569,25	574,75
19	520,25	525,75	27	576,25	581,75

Bisher sind zwei Versuchssender des Deutschen Fernsehens in diesem Dezi-Band IV im Betrieb, und zwar

Kanal 14 Teutoburger Wald
Kanal 15 Kinheimer Berg/Mosel

Die Kanalfrequenzen für Kanal 2 bis 11 sind enthalten in: Funktechnische Arbeitsblätter Fs 01, Die deutsche Fernsehnorm.

Der Franzis-Verlag teilt mit

Zur Buchmesse lag das neue große Fachbuch des Franzis-Verlags

Mathematik für Radiotechniker und Elektroniker

Von Dr.-Ing. Fritz Bergtold

in den ersten Exemplaren fertig vor. Es hat wegen seines gediegenen Inhaltes und seiner guten Ausstattung allgemein großen Anklang gefunden. Die Auslieferung beginnt in diesen Tagen nach dem Eingang der ersten größeren Bindeauflage von unserer Buchbinderei. Hier die näheren Angaben: 340 Seiten mit 266 Bildern und sämtlichen Aufgaben-Lösungen, Preis in Ganzleinen **19.80 DM.**

Die lang erwartete 3. Auflage des Buches von Ingenieur *Heinz Richter*

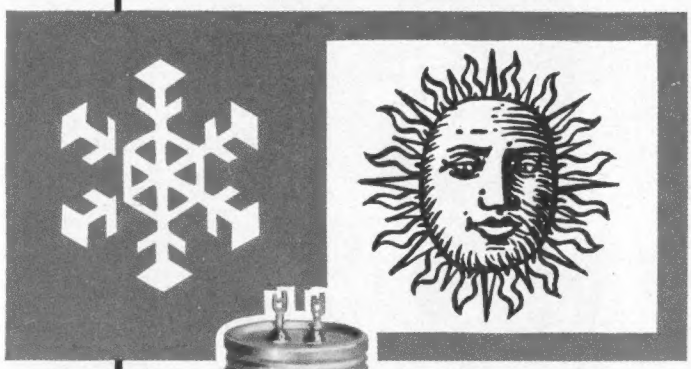
Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie

kommt ebenfalls im November zur Auslieferung. Das Buch ist im Inhalt und in der Zahl der Bilder erheblich gewachsen, vor allem wegen der stärkeren Berücksichtigung der konstruktiven Seite. Es wird den Labors und Werkstätten und den in ihnen arbeitenden Fachleuten damit noch unentbehrlicher werden. Die näheren Angaben: 256 Seiten mit 218 Bildern, 79 Oszillogramm-Aufnahmen und 19 Tabellen, Preis in Ganzleinen **16.80 DM.** – Beide Bände sind in Anbetracht des großen Umfanges und der erstklassigen Ausstattung (fast holzfreies Papier, Ganzleinen-Einband, lackierter Schutzumschlag) als ausgesprochen preiswert zu bezeichnen.

Als dritte, weniger erfreuliche Mitteilung müssen wir die durch wiederholte Lohn- und Kostenerhöhungen nunmehr erzwungene **Preiserhöhung unserer Radio-Praktiker-Bücherei** bekanntgeben. Die Einzelnummer kostet vom 1. November an **1.60 DM,** Mehrfachnummern entsprechend. Wir haben uns länger als ein Jahr gegen diese Preiserhöhung gesträubt, können die Mehrkosten jetzt aber nicht mehr allein tragen, so daß wir unsere Leser bitten müssen, einen kleinen Betrag mehr zu zahlen. Diese vielseitige Fachbibliothek ist aber auch in Zukunft in jeder Hinsicht eine konkurrenzlose Sonderleistung, zumal alle Bände nicht nur immer wieder vollständig überarbeitet in neuen Auflagen erscheinen, sondern beim Neudruck jeweils bessere Papiere für Umschlag und Inhalt Verwendung finden.

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 2 · KARLSTR. 35
Postscheckkonto München 5758

BOSCH
MP-Einheits-Kondensatoren Klasse 1



KO 357

BOSCH MP-Einheits-Kondensatoren Klasse 1 für besonders hohe klimatische Anforderungen.

Diese Kondensatoren werden verwendet in feuchten Räumen aller Zonen, im Freiluftklima der gemäßigten Zone, der trockenen und feuchten Tropen und im arktischen Freiluftklima.

Ausführung: MP-Wickel in rundem Aluminiumgehäuse mit eingelötetem Stahlblechdeckel, durch allseitige Lackierung korrosionsfest. Glasdurchführungen mit Lötösen zum Anschließen der Leitungen. Gewindebolzen am Gehäuseboden zum Befestigen des Kondensators und gleichzeitig als Erdanschluß.

Lieferbar in folgenden Größen:

Nennspannung (Spitzenspannung) Gleichstrom V	Zul. Wechselspannung 50 Hz V	Kapazitäten µF
160 (240)	75 DB 115 AB	1 – 32
250 (375)	125 DB 190 AB	0,5 – 40
350 (525)	150 DB 225 AB	0,5 – 32
500 (750)	220 DB 330 AB	0,1 – 20
750 (1125)	250 DB 375 AB	0,5 – 8

DB = Dauerbetrieb
AB = Aussetzender Betrieb

BOSCH MP-Kondensatoren heilen Durchschläge selbsttätig ohne Betriebsunterbrechung. BOSCH MP-Kondensatoren sind kurzschlußsicher, unempfindlich gegen kurzzeitige Überspannungen und praktisch induktionsfrei. Abmessungen und Gewicht sind besonders gering.

ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART
Postfach 50

Man wird Sie fragen...

. . . nach dem „Magnetophon" KL 65 S, Bandgeschwindigkeit 4,75, Drucktastensteuerung, Feinfühlautomatik, Spezialtonköpfen: denn das nebenstehende Inserat erscheint in Millionen von Illustrierten.

1. Denken Sie an den einfachen Truheneinbau des KL 65 TS, die ideale Transportierbarkeit des KL 65 KS.
2. Führen Sie Musikaufnahmen mit guter Mittelwellenqualität auf Bandgeschwindigkeit 4,75 durch.
3. Lassen Sie Ihren Kunden getrost die einfache Drucktastensteuerung des Gerätes handhaben.
4. Erklären Sie Ihrem Kunden, daß das neue Doppelspielband DS 65 (360 m auf Spule 13) bedenkenlos auf dem KL 65 S mit seiner Feinfühlautomatik gespielt werden darf.
5. Weisen Sie auf die langlebigen Telefunken-Tonköpfe hin, die die Anschaffung des KL 65 S zukunftssicher und auch auf lange Sicht lohnend machen.
6. Vermitteln Sie auch Ihren Kunden die Sicherheit, die jeder Tontechniker vom Rundfunk empfindet, wenn er ein Telefunken-Studio-„Magnetophon" in Betrieb setzt.

Bitte, prägen Sie sich zu Ihrem eigenen Vorteil diese Argumente gut ein. An Ihnen wird es liegen, ob der durch unsere Werbung zu Ihnen geführte Interessent auch wirklich zum Käufer wird.

TELE FUN KEN

TELEFUNKEN „Magnetophon" KL 65 S

Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber oder deren Interessen-Vertretungen, wie z. B. GEMA, Bühnenverlage, Verleger usw., gestattet.

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

29. Jahrg. 1. November-Heft 1957 Nr. 21

Aus dem Inhalt:

Seite

Zur Interkama in Düsseldorf: Messen – Überwachen – Automatisieren ... 575
Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik: Halbleitertetrode für 10 000 MHz; Unterdrückung der Bildzeilenstruktur durch Wobbeln; Fernsehanlage prüft Schecks ... 576
Funkbeobachtung des Erdsatelliten ... 577
Die ersten kommerziellen Überhorizont-Verbindungen ... 578
Firato 1957: Eine Funkausstellung für den Techniker 579
Von der Röhre zum Transistor: 4. Die statischen Kennlinien des Transistors und ihre Deutung ... 581
Netzteile für Transistorgeräte ... 584
Schallplatte und Tonband: Elektronische Musik mit Magnetton-Geräten ... 585
Übersprechen ohne Tricktaste ... 586
Ingenieur-Seiten: Über elektrostatische Lautsprecher für größere Frequenzbereiche ... 587
Funktechnische Fachliteratur ... 590
Aus der Welt des Funkamateurs: Die Modulationskontrolle im Amateursender ... 591
Für den jungen Funktechniker: Prüfen von Kondensatoren mit einfachen Mitteln ... 593
Bemerkungen zum Fernseh-Service: 4. Der Ersatz von Kondensatoren ... 594
Neue Bauanleitung: Gegentakt-Gleichspannungswandler mit Transistoren ... 595
Hilfe für den Werkstatt-Techniker ... 596
FUNKSCHAU-Schaltungssammlung: Schaub-Lorenz-Goldsuper 58 ... 597
Eine formschöne Hi-Fi-Eckbox ... 598
Vorschläge für die Werkstattpraxis ... 599
Fernseh-Service ... 599
Röhren und Kristalloden / Hauszeitschriften / Neue Druckschriften / Geschäftliche Mitteilungen ... 600
Die Rundfunk- und Fernsehwirtschaft des Monats ... 602
Persönliches ... 602

Zur Interkama in Düsseldorf

Messen - Überwachen - Automatisieren

Jahrtausende hindurch hatten die Menschen nur drei Größen gemessen, 1. Längen und Rauminhalte nach den Methoden der griechischen Geometrie, 2. Gewichte mit der Waage und 3. Zeiten mit der Sanduhr. So blieb es bis ins hohe Mittelalter und nach heute geringfügig erscheinenden Verfeinerungen der Mittel sogar bis zum Beginn des vorigen Jahrhunderts. Die Grundlagen dieser Meßkunst sind noch heute in unserem Maßsystem, dem cgs-System, erkennbar, das nach den Größen *Zentimeter – Gramm – Sekunde* gebildet ist.

Die junge Elektrotechnik brachte dann die ersten entscheidenden Erweiterungen im Meßwesen. Spannungen und Ströme, bis dahin der Menschheit ganz unbekannte Begriffe, galt es zu definieren und meßtechnisch zu erfassen. Daran schlossen sich noch weitere neuartige Größen, wie der elektrische Widerstand und die elektrische Leistung. Kennzeichen dieser frühen elektrischen Meßtechnik ist die Ausnutzung der Wechselwirkung zwischen Strom und Magnetfeldern im Galvanometer und Drehspulinstrument. So entwickelte sich neben der immer mehr verfeinerten klassischen Meßtechnik, die weiterhin mit im Prinzip mechanischen Meßmitteln, wie Mikrometerschraube, Feinstwaage und Präzisionsuhr arbeitete, die *elektrische* Meßtechnik und daraus in unseren Tagen die *elektronische Meßtechnik*. Diese bedient sich der Röhren als Hilfsmittel und am Beginn dieser Entwicklung stehen Röhrenvoltmeter und Elektronenstrahloszillograf, mit denen Spannungen und Schwingungen fast leistungslos gemessen werden können.

Einen entscheidenden Schritt bedeutete es aber, als elektrische und elektronische Verfahren in die mechanische Meßtechnik eindrangen. So wird z. B. berichtet, daß ein Laboratorium den Auftrag erhielt, eine Methode zu entwickeln, um die Rauhigkeit von Schallplatten zu messen, damit man das dadurch verursachte Nadelrauschen unter Kontrolle bekam. Man arbeitete mit vielem Scharfsinn an dieser Aufgabe, konnte aber den Auftrag nicht im gewünschten Sinne erledigen; es gab kein besseres Meßverfahren als den Tonabnehmer selbst mit dem angeschlossenen Verstärker. Ja, man machte sogar eine Methode daraus, indem man einen Tonabnehmer mit Verstärker und Anzeigegerät benutzte, um nun die Oberflächengüte anderer Werkstoffe, z. B. feinpolierter Lagerstellen, zu messen.

Die Anwendung elektronischer Meßverfahren in der Meßtechnik ist recht vielseitig geworden. So messen Quarzkristalle Drücke in Motorzylindern, indem sie den Druck in eine Spannung umsetzen, die nach dem Verstärken an einem Oszillografen angezeigt wird. Fotozellen messen Lichtwirkungen, Schwingungserzeuger hoher Frequenzkonstanz zählen und messen in Verbindung mit Röhren Zeiten mit höchster Präzision. Elektronenrechner sind in knapp 1½ Jahrzehnten zu den wichtigsten Hilfsmitteln der Forschung, der technischen Entwicklung und des Organisationswesens geworden.

Die neuartige Meßtechnik brachte aber noch weitere wichtige Vorteile. Man konnte nicht nur mit großer Genauigkeit und Schnelligkeit messen, sondern die Ergebnisse durch automatisches Umformen in Steuerbefehle zum Überwachen und Regeln von Arbeitsgängen benutzen.

In vielen Fertigungszweigen führen die neuen Methoden des Messens, Überwachens und Automatisierens überhaupt erst zu wirtschaftlichen Verfahren. Der Funktechniker sei hier nur an die Röhrenfertigung oder neuerdings an die Technik der gedruckten Schaltungen erinnert.

Die Anwendung der Meßtechnik auf so vielen Gebieten führte aber leider auch zu einer ausgeprägten Spezialisierung, und so kann es leicht vorkommen, daß vorteilhafte Meßverfahren außerhalb ihres unmittelbaren Anwendungsbereiches oft ganz unbekannt sind, oder mit Mißtrauen und Vorurteil betrachtet werden. Hochentwickelte Industrieländer haben deshalb bereits lange aus der Schlüsselstellung der Meßtechnik und Automatisierung die notwendigen Folgerungen gezogen und wiederholt *fachtechnische Treffen* veranstaltet, auf denen *die Hersteller und Benutzer von Meß- und Regelgeräten zusammenkamen*. Die gleiche Bestrebung führte nun in Deutschland zur Einberufung des *„Internationalen Kongresses mit Ausstellung für Meßtechnik und Automatik"*, der *Interkama*, die vom 2. bis 10. November in Düsseldorf stattfindet. Auf dem Kongreß wird in Vorträgen, Tagungen und Diskussionen der heutige Stand der Meß- und Regeltechnik behandelt. Ausstellerfirmen schulen die Mitarbeiter ihrer Kunden in speziellen Kursen, und zahlreiche Firmen des In- und Auslandes werden vom einfachen Meßinstrument bis zur kompletten automatischen Regelwarte oder elektronischen Rechenanlage alle Hilfsmittel zeigen, die als Grundlage für die Überwachung der Energieerzeugung und -verteilung, für die Qualitätskontrolle und Wirtschaftlichkeitsprüfung und nicht zuletzt für die Automatisierung der Fertigungsbetriebe vorhanden sind.

Die Meß- und Regeltechnik ist zu einem wichtigen Faktor der modernen industriellen Technik geworden. Die Funktechnik hat dazu mit der Entwicklung von Röhren und Halbleitern und spezieller elektronischer Meßverfahren maßgebend beigetragen und wird auch in Zukunft wesentlich an der Weiterentwicklung teilhaben. Limann

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post.
Monats-Bezugspreis 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.
Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Karlstr. 35. – Fernruf 55 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.
Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a – Fernruf 63 79 64
Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155. Fernruf 71 67 68 – Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.
Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.
Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. – Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.
Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.
Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. – Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. – Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. – Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdruckrecht, auch auszugsweise, für Holland wurde dem Radio Bulletin, Bussum, für Österreich Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Karlstr. 35. Fernsprecher: 55 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Halbleitertetrode für 10000 MHz

Die amerikanische Firma Raytheon hat jetzt weitere Einzelheiten über den neuen „Spacistor" (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 16, Kurz und Ultrakurz) bekanntgegeben. Der Aufbau ähnelt dem eines Transistors, und zwar wird als Halbleitermaterial Silizium-Karbid benutzt, dessen obere Temperaturgrenze bei + 500° C liegt; bei Verwendung von Germanium und Silizium ist die zulässige Kristalltemperatur durch die bekannten Eigenschaften dieser Materialien begrenzt.

Bild 1 zeigt eine vergrößerte Aufnahme des „Spacistor". Ein Scheibchen des Halbleitermaterials ist an die Kollektorzuführung gelötet, während an anderer Stelle die dicke Basis angefügt ist. Zwei weitere dünne Zuführungen sind in geringem Abstand von-

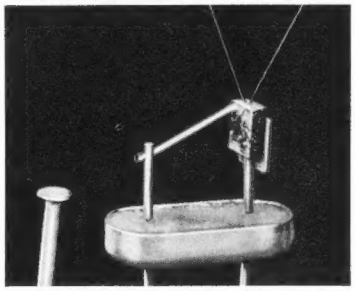


Bild 1. Der Spacistor von Raytheon, hier ohne Haube fotografiert, ist von etwa den gleichen Abmessungen wie ein Transistor. Links zum Vergleich ein Nagel

einander aufgebracht, die erste heißt „Injector" und ist ein Wolframdrähtchen, während die zweite aus einer Goldlegierung besteht und Doping-Material von p-Typ enthält; sie heißt „Modulator". Diese beiden zuletzt genannten Drähtchen sind der Eingang des Verstärkerelementes, während Basis und Kollektor den Ausgang bilden.

Drei Gleichspannungen verleihen dem Injektor, dem Modulator und dem Kollektor jeweils eine gegenüber der Basis positive Spannung. Das Eingangssignal wird nach *Bild 2* in Serie mit der Modulator-Vorspannungs-Batterie angelegt, und das entspre-

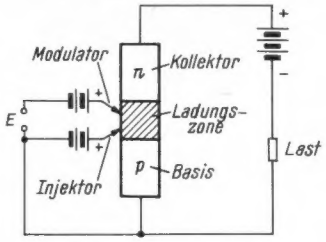


Bild 2. Prinzipschaltung des Spacistors

chend verstärkte Ausgangssignal wird am Ausgangswiderstand in Serie zur Kollektor-Batterie abgenommen. Bei Niederfrequenz läßt sich eine maximale Leistungsverstärkung von 70 dB erzielen, und dank des Eingangswiderstandes von 30 MΩ (!) eine Spannungsverstärkung um den Faktor 3000.

Das Geheimnis des Spacistor soll die sehr hohe elektrische Feldstärke innerhalb des Halbleiters sein, so daß die Laufzeit der Ladungsträger sich gegenüber den bisher bekanntgewordenen Transistoren wesentlich verkürzt. Damit läßt sich die im ersten Augenblick unwahrscheinlich anmutende obere Grenzfrequenz von 10000 MHz (λ = 3 cm) erklären. In mancher Hinsicht gleicht der Spacistor einer Röhre, jedoch spielen sich die Vorgänge nicht im Vakuum, sondern in einem Halbleitermaterial ab.

Das Prinzip scheint nicht neu zu sein; bereits 1952 entwickelte Nobelpreisträger *William C. Shockley* den Feld-Effekt-Transistor mit ähnlichen Eigenschaften, wie sie der Spacistor besitzt, ohne daß er kommerziell ausgewertet wurde. Auch im Bundesgebiet sollen Entwicklungen in ähnlicher Richtung laufen.

Die vorstehenden Angaben sind von Raytheon vor der Herausgabe sorgfältig ausgewählt worden und z. Z. nicht kontrollierbar. Der Sprecher der Entwicklungsgruppe, die aus den Ingenieuren *Hermann Statz, Robert Puzel* und *Conrad Lanza* besteht, gibt die Zeit für die endgültige Durchentwicklung mit drei bis fünf Jahren an.

Eine amerikanische Analyse der Möglichkeiten, die sich durch den Spacistor abzeichnen, kommt zu dem Schluß, daß dieses neue Verstärkerelement speziell für die kommerzielle Nachrichtentechnik interessant werden kann, denn bisher war der Frequenzbereich zwischen 1000 und 10000 MHz mit Röhren nicht unbedingt befriedigend zu beherrschen, vor allem, wenn kleinste Abmessungen und geringster Stromverbrauch gefordert wurden. Der Spacistor ist überdies dank seines sehr hohen Eingangs- und Ausgangswiderstandes günstig, so daß sich Schaltungen mit mehreren Stufen ebenso einfach wie mit Röhren aufbauen lassen; die manchmal lästige Impedanzanpassung wie beim Transistor entfällt.

Unterdrückung der Bildzeilenstruktur durch Wobbeln

Mit zunehmender Bildröhrengröße im Fernsehempfänger muß auch der Betrachtungsabstand zwischen diesem und dem Zuschauer vergrößert werden. Wenn als Minimum für den Abstand „8 × Bildhöhe" gilt, so erreicht dieser bei der größten z. Z. in Deutschland gebauten Bildröhre MW 61–80 *(Lorenz, Valvo)* 8 × 43 cm = rd. 3,4 m, denn die Bildfläche dieser Röhre mißt 54 × 43 cm. Wird die Mindestentfernung unterschritten, so werden die Bildzeilen sichtbar.

Als in den USA Empfänger mit 61-cm-Bildröhre in größerem Umfange aufkamen, wurde der genannte Mindestabstand manchmal lästig. Mit Hilfe des nachstehend beschriebenen Wobbelverfahrens läßt er sich jedoch auf weniger als 2 m vermindern, ohne daß die Auflösung des Bildes in der Horizontalen beeinträchtigt wird. Man erreicht dies durch eine sehr rasche, periodische Verformung des Katodenstrahls in der Vertikalen; der Leuchtfleck wird derart zu einer auf der Spitze stehenden Ellipse auseinandergezogen, daß er bei seiner Wanderung quer über den Bildschirm stets um ein Geringes in den Raum der oberen und unteren Nachbarzeile hineinreicht. Geschieht diese Verformung hinreichend rasch, so ist sie für das Auge unsichtbar; übrig bleibt der Effekt des Auslöschens der Zeilenstruktur.

Aus englischen Veröffentlichungen sind ähnliche Verfahren bekannt geworden, die eine besondere Ablenkspule für die Fleckverformung und daher eine gewisse Leistung benötigen. *Westinghouse*, eine amerikanische Fabrik, die u. a. Bildröhren herstellt, entwickelte eine 61-cm-Bildröhre mit elektrostatischer Fokussierung, deren zylindrische Fokussierungselektrode einen Längsschlitz trägt *(Bild 1, links)*. Ihr wird eine Wobbelfrequenz von 25 MHz zugeführt, die von einem besonderen Oszillator *(Bild 2)* erzeugt wird. Die Schaltung ist derart ausgelegt, daß eine hohe Kreisgüte erreicht wird; geringer Leistungsbedarf und unmerkliche Oberwellenbildung sind weitere Vorzüge. Bemerkenswert ist die Ausführung des Os-

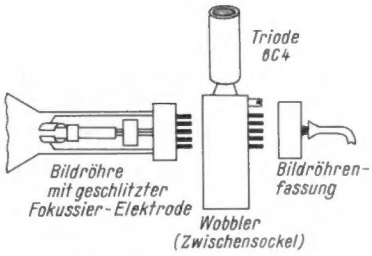


Bild 1. Bildröhrenhals mit geschlitzter Fokussier-Elektrode, Wobbeloszillator als Zwischenstecker und Bildröhrenfassung

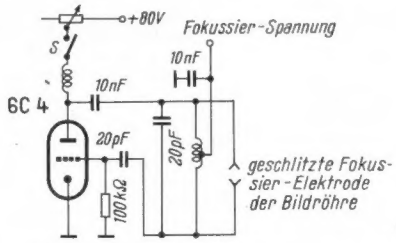


Bild 2. Schaltung des 25-MHz-Oszillators

zillators als Zwischensockel für die Bildröhre (Bild 1, Mitte und rechts); auf diese Weise lassen sich schädliche Hf-Strahlungen vermeiden. Mit dem Schalter S kann man die Wobbeleinrichtung nach Belieben ein- oder ausschalten.

Die amerikanische Originalveröffentlichung (Electronics, August 1957, Seite 194: Spot wobble cuts TV screen lines) verschweigt allerdings, ob sich die Vertikalauflösung des Bildes bei eingeschalteter Wobbeleinrichtung sichtbar vermindert.

Fernsehanlage prüft Schecks

Nach dem System der amerikanischen drive-in-Bank eröffnete die Sparkasse der Stadt Köln Anfang Oktober 1957 einen für deutsche Verhältnisse völlig neuartigen Autoschalter. Der Kunde braucht in Zukunft nicht einmal mehr seinen Kraftwagen zu verlassen, wenn er Geld einzahlen oder Barschecks einlösen will.

Die dabei notwendige Kontrolle des Schecks in der Buchhaltung ermöglicht eine von *Siemens* für Geldinstitute entwickelte Fernsehanlage. Soll ein Wertpapier anhand der Kundenkartei von der Buchhaltung überprüft werden, so braucht der im Autoschalter Beschäftigte lediglich den Scheck auf die Glasplatte des Gebergerätes zu legen, wo ihn eine Fernsehkamera abtastet, und durch Tastendruck eine der sieben Buchhaltungs-Abteilungen zu wählen. Dort erscheint das Bild des Schecks in einem Fernseh-Sichtgerät. Nach der Kontrolle gibt der Buchhalter den Scheck frei. Er drückt dazu eine Taste des Spezial-Fernsprechers und löst damit am Gebergerät einen Typendrucker aus, der auf den Originalscheck eine Faksimile-Unterschrift stempelt. Die Verbindung wird automatisch getrennt, wenn der Schalterbeamte den Scheck aus dem Gebergerät herausnimmt. Sollte der Scheck nicht gedeckt sein, läßt die Buchhaltung durch Drücken einer Rückmeldetaste rotes Flackerlicht im Autoschalter aufleuchten. Damit kein Unbefugter den Spezialfernsprecher mit der Taste für den Typendrucker benutzen kann, besitzen nur für die Freigabe zuständige Angestellte die erforderlichen Sicherheitsschlüssel. Da die Verkleidung des Autoschalters aus kugelsicherem Panzerglas besteht und die verschließbare Durchreiche als Sprechöffnung nicht ausreicht, unterhält sich der Kunde mit dem Schalterbeamten über eine Gegensprechanlage. Die einwandfreie elektroakustische Übertragung schließt Mißverständnisse durch Hörfehler aus.

Funkbeobachtung des Erdsatelliten

Die Möglichkeit der Funkbeobachtung des russischen Erdsatelliten rief, wie nicht anders zu erwarten war, die gesamte funkinteressierte Welt auf den Plan, denn jedermann konnte Ohrenzeuge des ersten Schrittes in den Weltraum sein. Die beiden Sender (20,005 MHz und 40,002 MHz) wurden von den frühen Morgenstunden des 5. Oktober an ziemlich regelmäßig bei vielen Umläufen im Abstand von 96 Minuten 2 Sekunden auch im Bundesgebiet gehört.

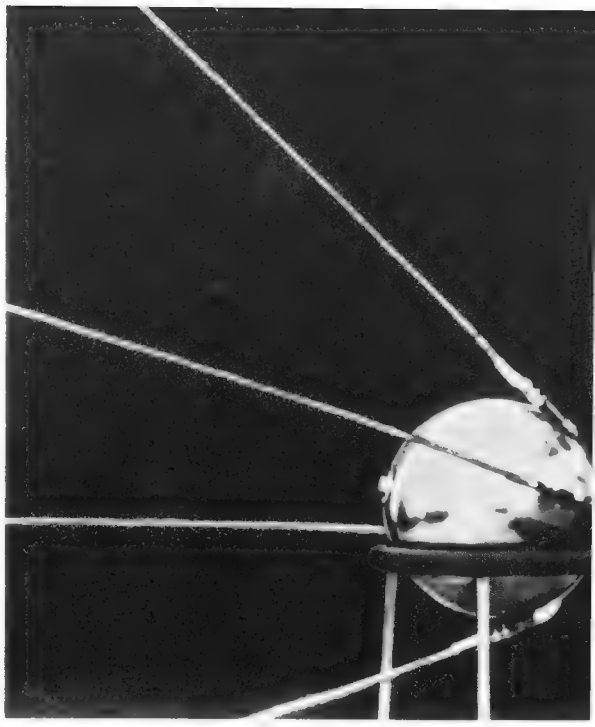
Über die Hf-Anlage im Satelliten ist noch nichts bekannt, und auch über die Stromversorgung beider Sender kann man nur Vermutungen anstellen; es kann sich z. B. um durch „Sonnenbatterien" (Selenzellen) aufladbare Akkumulatoren handeln. Auch sind noch keine verläßlichen Angaben über die Ausstattung mit Meßgeräten und über die evtl. Übertragung der Anzeigewerte auf die Erde erhältlich gewesen.

Zeitweilig beobachtete Störungen der Zeichenfolge auf beiden Frequenzen (die Hf-Träger werden regulär durch 0,3 Sekunden lange Pausen unterbrochen, und die Aussendung erfolgt ebenfalls alle 0,3 Sekunden) können verschiedene Ursachen haben: Fehlbeobachtungen, Temperaturschwankungen im Satelliten, der ja ständig durch Zonen extremer Temperaturunterschiede läuft, und vor allem Unkenntnis der Bahn, die eine Ellipse ist und zur Erdoberfläche einen mittleren Abstand von 560 km einhält; sie verläuft wegen der Drehung der Erde immer wieder über andere Gebiete. Wenn beispielsweise der Punkt größter Erdnähe der elliptischen Bahn (rd. 280 km) mit einem relativ großen Abstand vom Beobachtungsort zusammenfällt, können einzelne Umläufe bei uns nicht beobachtet werden. Ob der Sender durch Bodensignale aus- und eingeschaltet werden kann, ist fraglich.

Viele Leser der FUNKSCHAU unternahmen eigene Empfangsversuche auf beiden Frequenzen, allerdings wurde wegen der vorhandenen Geräteausstattung — und den Ausbreitungsbedingungen — die 40-MHz-Frequenz weniger häufig beobachtet. Nachstehend folgt ein bemerkenswerter Bericht von *Dipl.-Ing. Herward Wisbar* über die ersten Stunden, als die Satellitensender besonders gut hörbar waren.

DER RUSSISCHE ERDSATELLIT

Am 5. Oktober 1957, etwa 17 Stunden nachdem der russische Satellit bereits einige 100 000 km Flugweg hinter sich gebracht hatte, wurden die nachstehenden Aufzeichnungen begonnen. Zur Überraschung aller Fachleute befanden sich je ein UKW- und ein KW-Sender an Bord des im Durchmesser 58 cm großen Satelliten, dessen Gewicht von 83,6 kg nach Angaben russischer Stellen vorwiegend von den Sender-Batterien in Anspruch genommen wird. Wahrscheinlich sind die Sender, um einen gleichzeitigen Ausfall zu verhindern, völlig voneinander getrennt. Die nicht synchron laufenden Impulse auf 40,002 MHz und 20,005 MHz und die nicht genau harmonische Frequenzlage zueinander lassen das vermuten.



Erstes Foto vom 83 kg schweren russischen Erdsatelliten, dessen mit Stickstoff gefüllter Kugelkörper 58 cm Durchmesser aufweist. Es sind vier Antennen von 2,4 bis 2,9 m Länge angebaut, die erst nach Freigabe des Satelliten (von der Rakete) automatisch ausfahren. dpa-Bild

Ausstrahlung auf 20,005 MHz

Am 5. Oktober um 17 Uhr MEZ sollte der Satellit den Informationen entsprechend unsere Breiten überqueren. Die ersten Impulssignale von jeweils 0,2 bis 0,3 sec Dauer fielen aber erst gegen 17.19 Uhr mit 15 dB über dem Empfängerrauschen ein. Wie Bild 1 zeigt, steigt die Lautstärke sehr rasch an, um nach wenigen Minuten wieder abzufallen. Je näher sich der Satellit zum Empfangsort befindet, desto größer wird die Lautstärke. Die scharfen Feldstärkesprünge innerhalb des Durchlaufes sind hauptsächlich auf die zum Empfang verwendete, in Richtung NNW-SSO verlaufende 60 m lange L-Antenne zurückzuführen. Nun könnte dieser Effekt bei bekannter und günstig liegender Antennencharakteristik eine grobe Entfernungsmessung gestatten, wenn die Charakteristik möglichst ideal verläuft, der Öffnungswinkel bekannt ist und dieser quer zur Satellitenbahn liegt. Eine Aufzipfelung der Charakteristik in der Vertikalen beeinflußt die Rechnung nicht, sondern nur die Lautstärke. Eine brauchbare Antenne wäre z. B. eine solche von 1...2 λ Länge. Ausreichend bekannt sind vom Satelliten seine Flugbahn unter einem Winkel von 65° zum Äquator, die Fluggeschwindigkeit und die Höhe. Die Strecken a, b, oder c in Bild 2 lassen sich aus der Fluggeschwindigkeit und der Zeitdifferenz t zwischen den Lautstärkenmaxima (vgl. Bild 1) bestimmen, und aus dem angenähert gleichseitigen Dreieck (Bild 2) ergibt sich die Entfernung zum Empfangsort. Ausbreitungsmäßig interessant könnte es sein — falls der jeweilige Standort des Flugkörpers genau bekannt ist — Zeitunterschiede zwischen seiner größten Nähe und der optimalen Lautstärke (gemessen an Rundstrahlantennen) seiner Sender während eines Durchganges festzustellen. Wie verhält sich die 800 bis 300 km unter ihm liegende Ionosphäre? Was geschieht bei Aurora- und anderen Störungen? Unterschiede, wie vorher angedeutet, sowie Erscheinungen, z. B. plötzliche Feldstärkenerhöhungen für Sekundenbruchteile (bursts), konnten in Weener/Ems beobachtet und auf Tonband registriert werden.

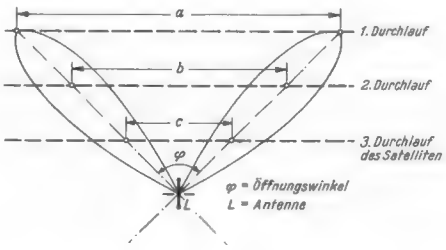


Bild 2. Angenäherte Entfernungsbestimmung mit Hilfe der bekannten Antennencharakteristik

Ausstrahlung auf 40,002 MHz

Wenn der künstliche Mond in größerer Nähe vorbeizieht, sind die gleichartig, aber nicht synchron verlaufenden Signale des 40-MHz-Senders aufzunehmen. Bild 1 zeigt ihren Verlauf beim fünften Durchgang um 23.46 Uhr MEZ. Die Hörbarkeit setzt fast immer später als auf 20 MHz ein und entsprechend auch früher aus. Die Lautstärken können zeitweise recht gut werden. Errechnet man die quasioptische Reichweite, die in diesem Sonderfalle angenähert auch für die 20-MHz-Frequenz angesetzt werden kann, so ergibt sich eine maximale Hörbarkeit über 7000 km Weglänge. Bei einer Fluggeschwindigkeit von ca. 440 km pro Minute sind das etwa 16 Minuten Hördauer. Die wirkliche Hördauer auf 20 MHz lag am 5. Oktober bei 20 Minuten. Die Hördauer auf 40 MHz hängt weitgehend von der Güte der Empfangsanlage einschließlich der Antennen ab.

Für beide Frequenzen sind Antennen mit Rundstrahl- oder Achter-Charakteristik vorteilhaft, um Ausblendungen durch die Antennencharakteristik zu vermeiden. So sind also Vertikalantennen oder -Dipole besonders geeignet. Starke Richtsysteme wie mehrelementige Yagis oder in der Vertikalen kräftig bündelnde Gruppenantennen können nur für spezielle Messungen verwendet werden — es sei denn, sie sind in der Vertikalen schwenkbar.

Herward Wisbar

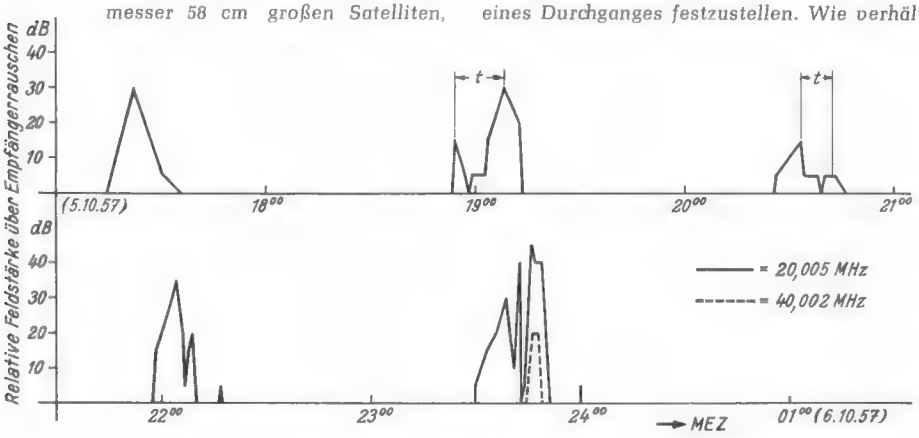


Bild 1. Relativer Feldstärkenverlauf der Bordsender des russischen Satelliten „Sputnik", aufgenommen in Weener/Ems am 5. und 6. Oktober 1957

Die ersten kommerziellen Überhorizont-Verbindungen

Das Phänomen der Ausbreitung von Dezimeter- und Meterwellen jenseits des Horizontes (*Überhorizont-Verbindungen*, abgekürzt *ÜH*) wurde bereits während und vor dem letzten Krieg beobachtet. Erst nach 1945 jedoch sind systematische Untersuchungen, vor allem in den USA, durchgeführt worden, so daß man von diesem Ausbreitungsmechanismus heute eine recht gute Vorstellung besitzt, ohne aber dafür in allen Teilen befriedigende theoretische Erklärungen zur Hand zu haben. Immerhin ist die Ausbreitung schon so gut untersucht, daß man zur kommerziellen Auswertung der Erkenntnisse schreiten kann. Dabei hat sich folgendes herausgestellt:

a) Für eine ÜH-(Streuwellen-)Übertragung („scatter propagation") sind sehr große *effektive Strahlungsleistungen* nötig.

b) Auch beim Einsatz hoher Senderleistung bzw. hoher Bündelungsfaktoren auf Sende- und Empfangsseite treten unerwünscht große *Feldstärkeänderungen* nach oben und unten auf; sie hängen mit den Verhältnissen in der Troposphäre zusammen, wobei sich in tropischen bzw. subtropischen Gebieten allgemein günstigere Bedingungen einstellen als in höheren nördlichen und südlichen Breiten.

c) Diese Feldstärkesprünge kann man durch *Diversity-Empfang*[1]) bekämpfen, der aus der kommerziellen Kurzwellentechnik her bekannt ist. Offenbar ist bei ÜH-Verbindungen eine Kombination von Raum- und Frequenz-Diversity am wirkungsvollsten, obwohl der Aufwand hoch ist.

Wir berichteten bereits über die erste ÜH-Verbindung für den öffentlichen Verkehr im Mittelmeerraum zwischen Menorca und Sardinien über 430 km (FUNKSCHAU 1957, Heft 20, Nachrichtenteil), die mit zwei Empfangs- bzw. Sendespiegeln von je 20 m Durchmesser nach dem Raum-Diversity-Verfahren arbeitet. Unser *Titelbild* zeigt einen dieser umfangreichen Strahler mit Reflektor.

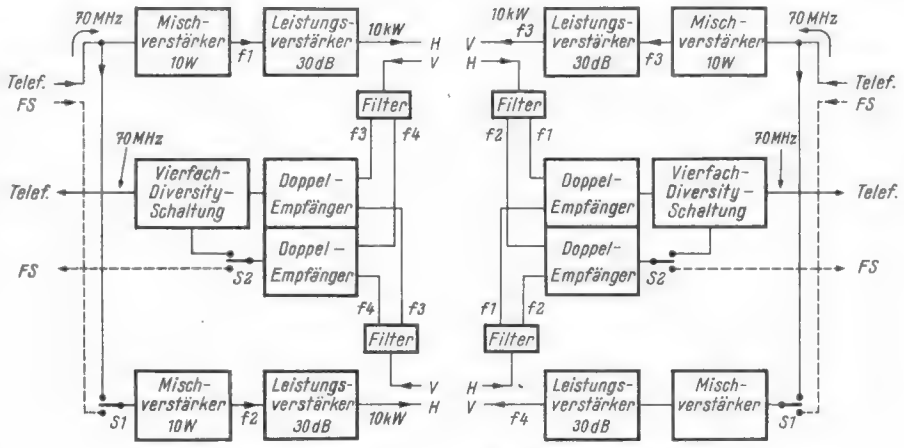
Die Florida-Cuba-Verbindung

Vor kurzem ist auch die erste Breitbandverbindung in Betrieb genommen worden, die erstmals in der Welt auch die Übertragung eines Fernsehprogramms gestattet. Sie stellt den Kontakt zwischen dem nordamerikanischen Südstaat *Florida* und der wirtschaftlich bedeutend gewordenen Insel *Cuba* (Große Antillen) her, auf der heute bereits 28 Fernsehsender betrieben werden und deren Nachrichtenverkehr mit den USA rapide ansteigt. Die Meerenge „Florida-Straße" ist an der schmalsten Stelle 250 km breit. Die neue Verbindung arbeitet im 800-MHz-Bereich und wird 120 Gespräche gleichzeitig mit Vierfach-Diversity bzw. 120 Gespräche mit Doppel-Diversity und mit dem gleichen Verfahren ein Fernsehprogramm übertragen.

In den Endstellen bei *Florida City* und bei *Guanabo* (Cuba) sind je zwei parabolisch gebogene Antennenflächen mit 18,3 m Seitenlänge aufgestellt, die als Reflektor für die auf einem Turm davor aufgebauten Hornstrahler dienen (Titelbild rechts). Diese enthalten zwei Strahlersysteme für das Frequenz-Diversity-Verfahren, während beide im Abstand von rd. 200 m errichtete Antennen die Voraussetzung für Raum-Diversity schaffen.

Bild 1 zeigt die Blockschaltung der Anlage. Die Fernsprech- und Fernsehsignale werden über normale Richtfunkstrecken oder über Kabel herangebracht, wobei der Eingang mit einem 70-MHz-Träger gespeist wird. Zwei Mischverstärker setzen diesen Träger auf die eigentlichen Dezi-Frequenzen f 1 und f 2 (zwischen 692 und 880 MHz) um, die den beiden 10-W-Endverstärkern angeboten werden. In ihnen erfolgt eine Leistungsverstärkung um 30 dB auf 10 kW durch neuentwickelte Eimac-Klystrons (Type X 631 mit 6 Hohlräumen). Bei einer „Nf"-Bandbreite von 6 MHz liegt die Bandbreite eines jeden Senders bei 16 MHz, bezogen auf 1 dB Abfall; die Modulationsart ist FM. Damit keine gegenseitigen Störungen beider Frequenzen auftreten, sind sie horizontal- bzw. vertikal polarisiert.

Bild 1. Blockschaltbild der Florida-Cuba-Überhorizont-Verbindung



V = Vertikal polarisierte Antenne
H = Horizontal polarisierte Antenne

Telef. = Fernsprechkanäle
FS = Fernseh-Kanal

Bei gleichzeitiger Übertragung von maximal 120 Gesprächen und einem Fernsehprogramm kann nur, wie oben schon ausgeführt, mit Doppel-Diversity für jeden Zweig gearbeitet werden (Schalter S 1 und S 2 im Blockschaltbild nach unten). Wird mit Vierfach-Diversity (Raum- und Frequenzdiversity) gearbeitet und fällt ein Teil der Anlage aus, so läßt sich durch Zurückschalten auf Doppel-Diversity immer noch ein Betrieb durchführen.

Die Gegenstelle empfängt mit zwei Antennen, die durch Styroflexkabel von 79 mm Durchmesser über Filter mit den Doppel-Empfängern verbunden sind. Diese setzen die Träger wieder auf 70 MHz um und addieren sie in einer phasenstarren Mischschaltung. Jeder Doppelempfänger hat zwei Eingänge für die gleiche Eingangsfrequenz (Raum-Diversity); in der Empfangsstelle werden die Ausgänge von zwei Doppelempfängern zum Vierfach-Diversity zusammengefaßt.

Bild 2 zeigt den Hornstrahler, dessen Anschluß zu den beiden 10-kW-Ausgängen der Leistungsstufen in Hohlleitern verläuft; die Fehlanpassung des Senders liegt unter 1,1, die des Empfängers unter 1,4.

Die Anlage ist tropen- und hurrikanfest; ihre Reichweitegrenze wird hier nicht ausgenutzt, sie liegt bei 480 km. Linien ähnlicher Art sind zwischen Puerto Rico und der Dominikanischen Republik (150 km) und über die Straße von Gibraltar zwischen Spanien und Nordafrika in Bau, desgleichen eine Verbindung von Nord-Norwegen nach der Türkei.

K. T.

[1]) Bei Diversity-Empfang werden mehrere (meist zwei) Antennen und Empfänger für die Aufnahme *eines* Signals verwendet; dabei stehen die Antennen im Abstand von 0,5 bis 10 Wellenlängen. Die Empfänger sind über ein Diversity-Ablösegerät zusammengeschaltet, das mit einer Zeitkonstante von weniger als 20 µs den jeweils besseren Empfänger auswählt. Man erreicht damit im Kurzwellen-Übersee-Empfang eine Verbesserung des Störabstandes und eine Verminderung des Einflusses der Schwunderscheinungen. Die Ursache dieser Verbesserung, die die bei Einfachempfang unbrauchbare Empfangszeit um den Faktor 5...20 vermindert, liegt darin, daß der Schwund eines Signals an zwei räumlich getrennten Orten nicht gleichzeitig eintritt (Raum-Diversity).

Ähnliche Verbesserungen lassen sich erzielen, wenn man das Signal auf zwei verschiedenen Frequenzen sendet; auch in diesem Falle tritt das Fading in der Regel nicht zur gleichen Zeit auf beiden Frequenzen ein. Auf der Empfangsseite sind dann zwei gleichgroße Antennen zu verwenden, desgleichen sind zwei Empfänger nötig, deren Ausgänge über ein Ablösegerät zusammengeschaltet sind (Frequenz-Diversity).

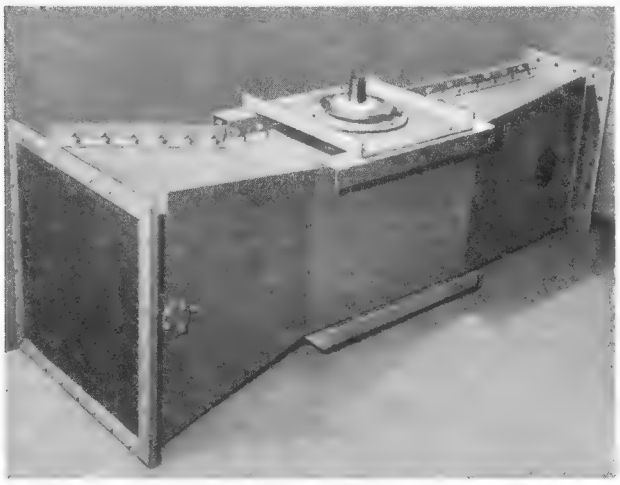


Bild 2. Hornstrahler, dessen Inneres zwei verschieden polarisierte Dipole enthält.

Auf der INTERKAMA

stellt der Franzis-Verlag seine Fachzeitschriften und Fachbücher der Sparten Elektronik und Energietechnik in

Halle C 1

aus. Wir bitten um den Besuch aller Leser und Interessenten, die sich an der Interkama beteiligen.

Eine Funkausstellung für den Techniker

Es gibt zwei Arten von europäischen Funkausstellungen: die *nationalen* ohne Zulassung von ausländischen Ausstellern (Frankfurt a. M., London, Kopenhagen, Mailand) und die *internationalen*, auf der direkt oder über Importeure alle bedeutenden Firmen der Welt zu finden sind (Amsterdam, Zürich). Unter den letztgenannten nimmt die *Firato* in Amsterdam einen wichtigen Platz ein; besonders in diesem Jahr hat sich die erneut vergrößerte Ausstellung im RAI-Gebäude die Beachtung der europäischen Fachwelt gesichert. Über 180 Aussteller, zu einem guten Teil holländische Importfirmen, boten eine Fülle von Empfängern und Meß- und Prüfgeräten, ferner kommerzielle Nachrichtengeräte, Ela-Anlagen aller Art und Bauelemente sowie Zubehör an. Allein 27 Fabriken für Rundfunk- und 28 für Fernsehgeräte waren vertreten, aber sie dominierten keinesfalls. Wesentlich interessanter, weil für den deutschen Besucher teilweise neu, waren die übrigen Stände. Meßgeräte, Sonderausstellungen der niederländischen Post, der Schiffsfunkgesellschaft Radio Holland und viele Antennenfirmen fanden sich im „Stillen Saal" zusammen; hier war die Vorführung brüllender Hi-Fi-Anlagen und lauter Rundfunk- und Fernsehempfänger nicht erlaubt, der Spezialist wanderte bedächtig von Stand zu Stand, er hatte Muße und Ruhe, um alles zu prüfen.

Unser Bericht kann sich naturgemäß nur mit einigen Neuheiten beschäftigen, die uns auffielen, obwohl einige davon im Ursprungsland schon länger bekannt sind.

Elektroakustik im Vordringen

Das Angebot an *Hi-Fi-Anlagen* wurde vorzugsweise aus der holländischen und englischen Produktion gespeist. Eine Vorführung der *Unitran-Hi-Fi-Verstärker* mit amerikanischem Transcription-Tonabnehmer und Studio-Plattenspieler (Franz KG.) bot eine beachtliche Klangqualität. Die Firma Unitran (United Transformer) hat als Hersteller von weltbekannten Tonfrequenz-Transformatoren einen Namen und baute auf dieser Basis ihre Qualitätsverstärker auf. Beispielsweise hat der 12-W-Verstärker bei voller Ausgangsleistung folgende Daten: k = 0,05 % (800 Hz), Intermodulation = 0,5% zwischen 20 und 20000 Hz, Störspannungsabstand 70 dB, Frequenzbereich (verstärkungsmäßig) 25 Hz bis 50 kHz (!) ± 1 dB. Bestückung: EF 86, 2 × ECC 81, 2 × EL 84.

Spitzenerzeugnisse besonderer Art sind die *Leak-Verstärker*, meist eine Kombination aus Vorverstärker „Varioslope" mit 2 × EF 86 und allen Misch- und Regeleinrichtungen, Hauptverstärker „Point One" mit 10 W (k = 0,1 %) und 24-cm-Goodman-Lautsprecher mit Mehrfachmembrane (abgestrahlter Bereich 20...20000 Hz, Eigenresonanz 24 Hz, magnetische Feldstärke 17600 Gauß), dazu als Plattenspieler ein Garrard-Transcription-Laufwerk mit gegossener Aluminiumplatte, dessen Tourenzahl genauer als 0,05 % eingehalten wird, und ein dynamischer Tonabnehmer von Leak (40...20000 Hz) mit Diamantnadel, dessen Eigenresonanzen wie folgt liegen: im tiefen Tonbereich bei 20 Hz ± 5 Hz, im hohen Tonbereich (33⅓ U/min) bei 21 kHz ± 2 kHz bzw. 27 kHz (78 U/min). Ein abgeschirmter Übertrager erhöht die Ausgangsspannung auf rd. 40 mV. Der außerdem dazu angebotene Chapman-AM-FM-Tuner als Rundfunkvorsatz würde unseren Ansprüchen wegen der KW-Empfindlichkeit von 5...10 µV nur bedingt entsprechen. Eine Anlage dieser Art ist nicht billig: ein 12-W-Verstärker mit Vorverstärker, dem beschriebenen Plattenspieler und zwei Lautsprechern kostet rund 1800 DM, denn allein für die Abtastdose werden 260 DM verlangt . . .

Bei den *Schallplatten* gab es technisch keine Neuheiten; die 16⅔-U/min-Platte mit Musik wurde noch nicht angeboten, dagegen zahllose im Bundesgebiet unbekannte Schallplattenmarken.

Joboton zeigte den neuartigen *Plattenwechsler „Amusette"* für 10 bis 12 Kleinplatten (45 U/min) zu niedrigem Preis; er ist klein und rund, besitzt einen Kristalltonabnehmer und läßt sich einfach handhaben (*Bild 1a*). Sonst war die gesamte deutsche, holländische und englische Produktion an viertourigen Plattenspielern und -wechslern vertreten; wir nennen u. a. Philips, Harting, Elac, Perpetuum-Ebner, Dual, Telefunken, Garrard, Monarch, Triotrack, Amplion.

Tonbandgeräte bekannter Firmen (AEG/Telefunken, Grundig, Perfectone, Harting, Saba, Revox, Stuzzi, Philips, Amroh, Ampex, Geloso, Handy-Sound, Luxor, dazu das Minifon und der billige japanische „Babyrecorder" mit nur 2 kg Gewicht) zeigten keine wesentlichen Fortschritte.

Bei *Tonbändern* gab es zwei Neuheiten. Die erste ist das u. W. in Deutschland noch nicht lieferbare *BASF-Signierband* Type LGS auf 11-cm-Spule (120 m Länge), dessen eine Seite unmagnetisch und zum *Beschriften* mit Kugelschreiber oder Stift eingerichtet ist, so daß sich Zeichen – etwa beim Vertonen von Schmalfilm – aufbringen lassen. Die zweite Neuheit ist das Tonband „Soundcraft plus 100" der *Reeves Corp.*, New York, das mit dem neuen Material „Mylar" der Firma DuPont arbeitet. Es hat technisch einige bemerkenswerte Vorzüge gegenüber dem Zellulose-Azetat-Band, vor allem ist es dünner, nämlich 1 mil (= 1/1000 Zoll = 25,4 µ). Der Bandtyp „Soundcraft plus 100" dürfte dem ganz neuen Telefunken-Doppelspielband DS 65 entsprechen, über das an anderer Stelle berichtet wird, von dem 360 m auf einer 13-cm-Spule gegenüber 260 m des üblichen Langspielbandes mit 37 µ Stärke und 180 m des normalen Bandes mit 51 µ Stärke untergebracht sind.

Japan vor den Toren!

Vor zwei Jahren waren die ersten japanischen Transistor-Rundfunkempfänger die große Sensation der Firato. Inzwischen sind diese Geräte auch zu uns gekommen (vgl.

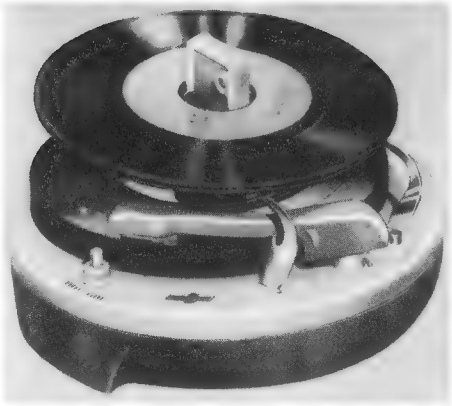


Bild 1a. Blick auf den neuen Plattenwechsler „Amusette" für 17 cm-Kleinplatten mit Druckknopfbedienung

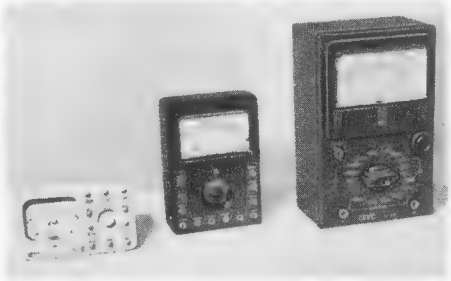


Bild 1b. Drei ungewöhnlich billige Vielfachmeßgeräte der japanischen Firma Tomo Co., Ltd., Tokio. Von links nach rechts: Modell mp-6, Modell mt-90, Modell L-701

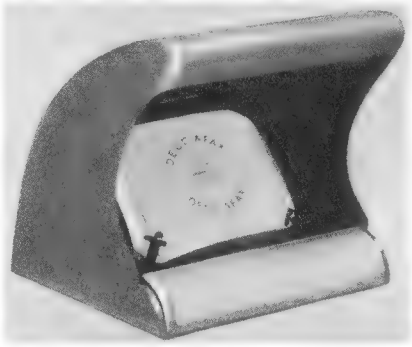


Bild 2. Empfangs- und Sendegerät der Decca-Fax-Anlage

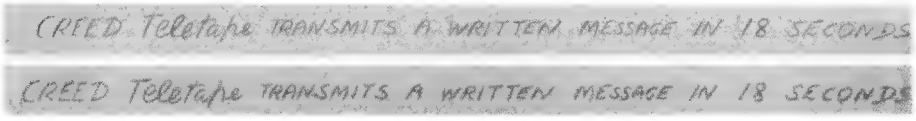


Bild 3. Verkleinerte Wiedergabe eines Schreibstreifens des Creed Teletape-Gerätes. Oben: Original, unten: Wiedergabe im Empfänger

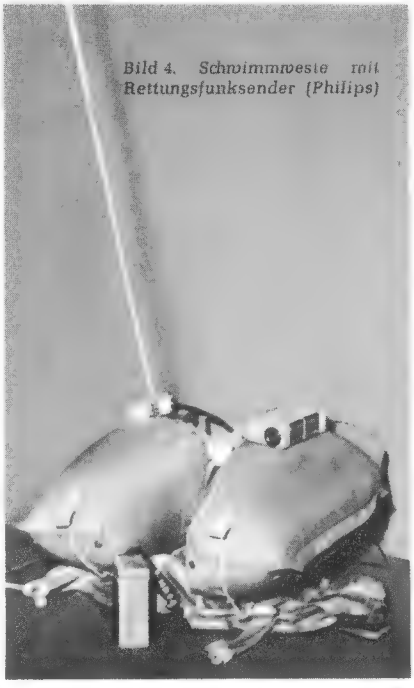


Bild 4. Schwimmweste mit Rettungsfunksender (Philips)

FUNKSCHAU 1957, Heft 17, Seite 491). Neben transistorisierten Geräten verschiedener japanischer Hersteller waren in Amsterdam auch die Röhrengeräte Type „Silver" für Batteriebetrieb, für Netzbetrieb und als Subminiaturgeräte zu sehen. Wesentlich interessanter aber war das breite Angebot an *extrem billigen Mehrfach-Meßgeräten (Bild 1)*. Das links im Bild gezeigte kleine Modell mp-6 hat 14 Bereiche (Gleichspannungen 0-10-50-250-500-1000 Volt, Wechselspannungen desgleichen, Gleichstrom 0-1-100-250 mA, Widerstände 0-100 kΩ), es kostet einschl. Prüfschnüre und Batterie rund 25 DM! Der Widerstand ist 1000 Ω/V. In der Mitte steht das Modell mt-90 mit 3300 Ω/V und 17 Meßbereichen für rund 31 DM und rechts das Modell L-701 mit 21 Bereichen und 10 kΩ/V für rund 80 DM. Hersteller ist die *Towa Co.*, Tokio. Ähnlich günstig im Preis waren die japanischen Kristallmikrofone der Marken „Primo" und „Aiwa"; außerdem wurden Kleinstprüfgeräte in Form von füllfederhalter-großen Signaltracern und Kleinstladegeräte für Batterien japanischer Herkunft angeboten.

Neue Nachrichtengeräte

Decca (England) führte die neuartige *flying - spot - Faksimile - Übertragungsanlage „Decca-Fax" (Bild 2)* vor. Der Geber (zugleich Empfänger) besteht aus einem gegen Oberlichteinfall abgedeckten Gehäuse mit einer 36-cm-Bildröhre. Wenn man auf deren Schirm mit Spezialstift eine Nachricht oder Zeichnung aufbringt, so erscheint diese auf dem Bildschirm der Gegenstelle in gleicher Form und zu gleicher Zeit.

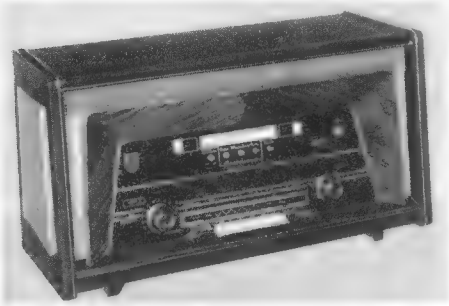


Bild 5. Philips-Rundfunkempfänger mit Klangregister und Druckkammer-Lautsprecher auf der Frontseite (Holl. Modell B 8 X 72 A)

Man kann auch transparente Bilder auflegen oder Film bzw. Dias aufprojizieren. Die Übertragung erfolgt mit 405 Zeilen, und das Ganze ist eine Fernsehanlage im Kurzschlußbetrieb *ohne Kamera*, daher relativ billig. Eine Fernsprechverbindung läuft parallel, außerdem lassen sich beliebig viele handelsübliche Fernsehempfänger mit 405-Zeilen-Norm als reine Empfangsgeräte parallel schalten.

Für die *Übertragung von Zeichnungen* oder schriftlichen Mitteilungen hat *Creed & Co. Ltd.*, England, ähnliche Geräte wie die Siemens-Hell-Fax-Geräte herausgebracht; für die Übertragung genügt die Bandbreite einer gewöhnlichen Fernsprechverbindung. Nur für schriftliche Mitteilungen, die auf einem 19-mm-Papierstreifen fortlaufend niedergeschrieben werden, genügt der „Teletape-Transceiver" der gleichen Firma. Jeweils ein 33 cm langer Papierstreifen steht für eine Nachricht zur Verfügung; er wird in 18 Sekunden dem Empfänger im Faksimile übermittelt *(Bild 3)*.

Philips führte das neue *Zebra-Funksprechgerät* für PKW-Einbau oder zum Betrieb im neu eingerichteten UKW-Funksprechverkehr auf dem unteren Rhein und der Westerschelde in einem mit Wasser gefüllten, mit Algen bepflanzten und mit Fischen besetzten Aquarium vor, nur um die absolute Luft- und Wasserdichte zu beweisen! Die Anlage kann für einen bis vier Kanäle im 7-m-, 3,5-m- und 2-m-Band geliefert werden; 8 W Hf - Leistung, 0,8...1,5 µV Empfängerempfindlichkeit, 60 dB Selektivität, bezogen auf 60 kHz, und niedrige Stromaufnahme (Senden: 8 A, Empfangen 3,5 A bei Anschluß an 12,6 Volt) kennzeichnen die sehr kleine und leichte Anlage.

Bild 4 zeigt eine ganz neue *Schwimmwesten-Funkanlage* von *Philips* für schiffbrüchige Seeleute oder ins Wasser gestürzte Flieger. Der Sender ist mit einer Subminiaturröhre und drei Transistoren (für Modulation und Nf-Verstärkung) bestückt und strahlt auf 234 MHz einen gewobbelten Dauerton mit 80 mW Hf - Leistung aus. 20 Quecksilber-Knopfbatterien verleihen dem Gerät, das über geringe Entfernung — beim Annähern des Rettungsfahrzeuges etwa — auch Sprechverkehr erlaubt, eine Betriebszeit von 15 Stunden. Einschließlich Antennengehäuse, dessen Bandantenne auf Knopfdruck herausspringt, wiegt die Anlage 1,5 kg; sie arbeitet innerhalb eines Temperaturbereiches von −55° C bis + 60° C stabil.

Fernseh- und Rundfunkempfänger

Auf dieser Ausstellung konnte man erstmalig in Europa amerikanische *Fernsehgeräte mit 110-Grad-Bildröhre* (für 625 Zeilen!) von *Sylvania* und mit zweistöckigem Aufbau des Chassis in gedruckter Schaltung sehen. Die zweistöckige Montage ist wegen der geringen Gehäuseabmessung des 53-cm-Gerätes (53,5 × 44 × 34,5 cm) und der hohen Wärmeerzeugung (höhere Ablenkleistung!) nötig.

Belgien und Holland waren mit vielen *4-Normen-Empfängern* vertreten, die in Belgien überhaupt nur verwendet werden können und in Südholland sehr verbreitet sind, soweit mit großem Antennenaufwand der Empfang belgischer und im Ausnahmefall französischer Sender (Lille) möglich ist. — In einer Sondervorführung demonstrierte *Erres* die Automatik in seinen neuen Fernsehgeräten, die u. a. das Bildformat auch bei Netzspannungsschwankungen von −20 % (!) bis + 10 % unverändert hält, und die auch eine große Nachbarkanaldämpfung aufweisen — eine Forderung, die im empfangsgünstigen Holland und Belgien eine weitaus größere Rolle spielt als bei uns.

Tragbare Fernsehempfänger zeigten *Ekco, Ferguson* und *Pye* (England), das erstgenannte Gerät ist die bekannte Ausführung mit 12-V-Anschluß, daneben natürlich auch 220 V.

Unter den *Rundfunkgeräten* fiel uns besonders der neue Philips - Empfänger B 8 X 72 A mit neuartiger Lautsprecheranordnung auf. Die beiden Seiten sind mit zwei ovalen Tiefton-Systemen in 3 D-Anordnung bestückt, während die Vorderfront von der großen Skala mit optisch reichhaltig besetztem Klangregister beherrscht wird. Hinter dem darüber liegenden Durchbruch *(Bild 5)* befindet sich ein Druckkammersystem mit breiter, niedriger Öffnung und eingesetztem Klangzerstreuer für die Wiedergabe mittlerer und hoher Tonfrequenzen.

Daß das gesamte deutsche Angebot an Rundfunk- und Fernsehgeräten gezeigt wurde, soll nur am Rande erwähnt werden.

Was uns sonst noch auffiel

Die *Genex Corp.*, New York, stellte ihre „printed circuit kits" aus, d. h. kleine und größere Kästen mit allen Teilen, Chemikalien usw. für die *Selbstherstellung von gedruckten Schaltungen*. Der kleinste davon — er kostet umgerechnet 15 DM — enthält drei Stücke kupferplattierten Preßmaterials als Basis, einige Fassungen zum Einsetzen in die Schaltung, Papier zum Aufbringen der Schaltungszüge, Ätzflüssigkeit, Bohrer für die Löcher usw. Mit diesen Hilfsmitteln kann der Laboringenieur oder der Praktiker rasch und ohne großen Aufwand kleinere — oder auch größere — gedruckte Schaltungen selbst herstellen.

Philips bot eine Serie von *Baukästen* für die Selbstherstellung von Rundfunkempfängern, Verstärkern, Meßgeräten und auch eines Fernsehempfängers an. Zum Teil sind die Schaltungen (gedruckt!) weitgehend vorbereitet und können leicht zusammengefügt werden. Für den Anfänger ist der Diodenempfänger „Pionier" mit zweifacher Transistor-Nf-Verstärkung gedacht; man kann dieses Gerätchen ohne Löten nur mit Schraubverbindungen zusammenstellen, wobei der Pappkarton, in dem die Schaltplatte und alle Einzelteile einschließl. Kleinsthörer und Batterie verkauft werden, zugleich als Gehäuse dient. In gleicher Form wird auch der Bausatz für den transistorisierten „Signal-Tracer A 9 998 00" verkauft. Die in *Bild 6* gezeigte Schaltung weist folgende Werte auf:

Eingangskapazität	7,7 pF
Eingangsdämpfung	40 kΩ bei Nieder- u. Hochfrequenz
Eingangs-empfindlichkeit	10 µV bei 1000 Hz und ca. 2 mV bei 1 MHz, bei 100 MHz ca. 4 mV.

Die dazu gehörende Bauanleitung ist sehr ausführlich und beginnt mit einer Erläuterung der Transistortheorie; die Verdrahtung, die wegen der geringen Abmessungen nicht einfach ist, wird sorgfältig erläutert.

Das Angebot an Meß- und Prüfgeräten war kaum übersehbar; hier fehlte von der speziellen Nf-Prüfeinrichtung der dänischen Firma Brüel & Kjaer bis zu den Farbfernseh-Meßanlagen von Polarad (USA) kein Gerät eines nur einigermaßen bekannten Unternehmens.

Karl Tetzner

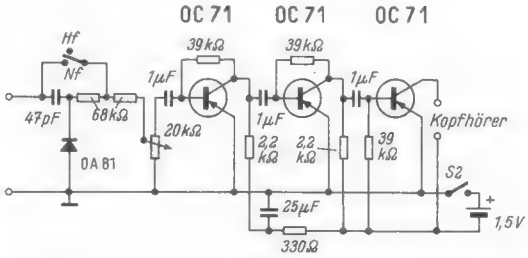


Bild 6. Schaltung des Signaltracers A 9 998 00 von Philips, der als Baukasten für rund 105 DM verkauft wird

NACHRICHTEN

960-Watt-Ela-Anlage im Volkswagenwerk

Für Betriebsversammlungen im Volkswagenwerk Wolfsburg, an denen bis zu 35 000 Personen teilnehmen, lieferte die Deutsche Philips GmbH eine elektroakustische Großübertragungsanlage. Da diese Versammlungen meist in den Werkhallen stattfinden, mußten die Lautsprecher verteilt angeordnet werden. Um Echoerscheinungen und Doppelsprechen durch Laufzeitunterschiede zu vermeiden, werden die Lautsprecher in vier Gruppen über ein Verzögerungsgerät gespeist.

Die Anlage besteht aus einer fahrbaren Verstärkerzentrale mit 960 W Verstärkerleistung, die außer den Vor- und Endverstärkern auch die Verzögerungseinrichtung enthält. Für die Beschallung der Werkhalle sind insges. 24 Spezial-Schallgruppen mit je 20 W Belastbarkeit installiert worden. Für Veranstaltungen im Freien können diese Gruppen auch zu Groß-Schallgruppen für zentrale Beschallung zusammengesetzt werden.

Von der Röhre zum Transistor

Von Ingenieur L. Ratheiser

Eine Einführung in die Bedeutung und Anwendung der Kennwerte und Kennlinien des Transistors.

4. Die statischen Kennlinien des Transistors und ihre Deutung

Im vorhergehenden Abschnitt dieser Reihe (FUNKSCHAU 1957, Heft 20, Seite 561) wurde zunächst nur ein allgemeiner Überblick über die Probleme der Transistortechnik gegeben, ohne auf die inneren Vorgänge ausführlicher einzugehen. Der Vergleich mit der Elektronenröhre zeigte jedoch bereits eine weitgehende schaltungstechnische Analogie zwischen Transistor und Röhre, sofern man die entsprechenden Grundschaltungen – Katodenbasisschaltung der Röhre und Emittergrundschaltung des Transistors – gegenüberstellt. Der nächste Schritt wird nun dahin zielen, die Eigenschaften des Transistors durch geeignete Kennwerte und Kennlinien zu charakterisieren, wobei wieder möglichst weitgehend auf Vergleiche mit der Röhre und auf Verwendung vertrauter Röhrenbegriffe zurückgegriffen werden soll. Während die technisch-wissenschaftliche Literatur in diesem Fall meist von der Theorie ausgehend die Kennwerte und Kennlinien entwickelt, erscheint es bei der vorliegenden Aufgabenstellung zweckmäßiger, die charakteristischen Kennlinien praktisch gebräuchlicher Transistoren als Ausgangspunkt zu wählen und an Hand ihres Verlaufes die inneren Vorgänge zu erläutern, soweit dies zum Verständnis und zur praktisch sinnvollen Anwendung erforderlich ist.

Das Anodenstrom-Anodenspannungs-Kennlinienfeld der Röhre als Vorbild

Von der Röhre her ist die Bedeutung der Kennlinien und die daraus mögliche Ableitung der Kennwerte bekannt. Die Abhängigkeit des Anodenstromes von Anodenspannung und Gitterspannung wird heute allgemein in einem Kennlinienfeld dargestellt, bei dem der Zusammenhang zwischen Anodenstrom I_a und Anodenspannung U_a eine Kurvenschar ergibt, wobei sich die einzelnen Kurven auf bestimmte Festwerte der negativen Gittervorspannung U_g beziehen. Bei Mehrgitterröhren gilt ein solches I_aU_a-Kennlinienfeld unter der Voraussetzung einer fest eingestellten Schirmgitterspannung (U_{g2}), die ja auch bei Aussteuerung der Röhre ihren Gleichspannungswert beibehält. Dieses Kennlinienfeld behält nun, obwohl es durch eine Gleichspannungsmessung (statisch) aufgenommen wurde, bis zu relativ hohen Frequenzen seine Gültigkeit und kann daher auch für die Wechselstromaussteuerung, d. h. für den dynamischen Betriebsfall verwendet werden. Durch Einzeichnen der sogenannten „Widerstandsgeraden" der äußeren Widerstände läßt sich der Verstärkungsvorgang in sehr anschaulicher Weise überblicken [1].

(Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literatur-Übersicht, die am Ende des fünften Teils dieser Reihe erscheint.)

Das I_cU_c-Kennlinienfeld des Transistors wird durch vier Größen bestimmt

Die bereits festgestellte Analogie zwischen Röhre und Transistor macht eine ähnliche Darstellung des Verstärkungsvorganges im Transistor durch ein statisch aufgenommenes Kennlinienfeld naheliegend. Bei der praktischen Verwirklichung dieses Vorhabens ergibt sich jedoch sofort eine Schwierigkeit. Während ein I_aU_a-Kennlinienfeld einer im gitterstromfreien Bereich arbeitenden Röhre durch drei Größen – U_a, I_a und U_g – bestimmt ist, erfordert der Transistor zur eindeutigen Kennzeichnung infolge der stets notwendigen Leistungssteuerung deren vier: Kollektorspannung U_c, Kollektorstrom I_c, Basisvorspannung U_b und Basisstrom I_b[1]). Da die Kollektorwerte U_c und I_c den Röhrenwerten U_a und I_a entsprechen, wird man bei der Festlegung der Bezugswerte für die einzelnen Kennlinien den Einfluß der beiden Basisgrößen U_b und I_b beachten müssen.

[1]) Aus den bereits in FUNKSCHAU 1957, Heft 20, Seite 561 dargelegten Gründen soll hier zunächst nur die Emittergrundschaltung besprochen werden, bei der die Steuerung von der Basis aus erfolgt. Hierzu ist zu bemerken: In Heft 20, Seite 562, letzter Absatz muß es heißen: Von der *Basisgrundschaltung* ausgehend . . .

Grundsätzliche Meßschaltung für die Aufnahme des Transistorkennlinienfeldes

Die praktische Aufnahme des I_cU_c-Kennlinienfeldes eines pnp-Transistors durch Gleichspannungsmessungen erfordert daher eine grundsätzliche Meßschaltung nach *Bild 4*, bei der die genannten vier Größen genau eingestellt bzw. gemessen werden können. Durch die Spannungsquelle B_1, deren Mittelpunkt am Emitteranschluß e liegt, kann eine nach beiden Richtungen gepolte Basisvorspannung U_b mit Hilfe des Potentiometers P_1 stufenlos eingestellt werden. Eine zweite Spannungsquelle B_2 liegt mit ihrem Pluspol am Emitter und erlaubt mit Hilfe des Potentiometers P_2 ebenfalls eine stufenlose Einstellung einer negativen Kollektorspannung U_c. Die Elektrodenspannungen U_{be} und U_{ce} werden durch die Spannungsmesser mV und V angezeigt, während die Elektrodenströme I_b und I_c durch die Strommesser µA und mA gemessen werden.

Bei der praktischen Messung ist der Stromverbrauch der Spannungsmesser von dem Anzeigewert abzuziehen, sonst könnten sich, insbesondere bei der Messung des sehr geringen Basisstromes, vollkommen falsche Meßwerte ergeben. Grundsätzlich wäre diese Schwierigkeit auch dadurch zu umgehen, daß man anstelle des Basisstromes I_b den Emitterstrom I_e mißt und den Basisstrom aus der Differenz beider Werte berechnet. In diesem Fall bereitet jedoch wieder die genaue Ermittlung so kleiner Differenzwerte Schwierigkeiten. Mit Rücksicht auf die nachstehend besprochene Rückwirkung wird sich außerdem die Anwendung von Stabilisierungsschaltungen empfehlen, weil man sonst beim Durchmessen einer Kennlinie die Einstellwerte in jedem Kennlinienpunkt nachregeln müßte.

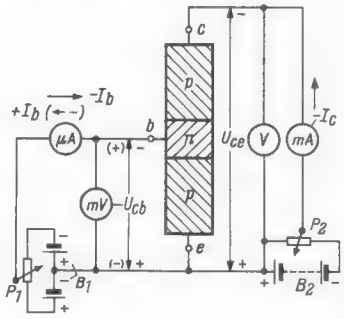


Bild 4. Prinzipschaltbild zur Aufnahme der statischen Kennlinien des Transistors. Man beachte, daß die Strompfeile die Elektronenstromrichtung in den Zuleitungen zu den Elektroden angeben

Das Kennlinienfeld des Transistors entspricht dem Kennlinienfeld einer Pentode

Mit den durch eine Gleichstrommessung nach Bild 4 aufgenommenen Meßwerten läßt sich das vollständige I_cU_c-Kennlinienfeld des Transistors nach *Bild 5* aufzeichnen, das in seinem charakteristischen Verlauf sofort an das I_aU_a-Kennlinienfeld einer Pentode erinnert[2]). Die einzelnen Kennlinien zeigen

[2]) Die in Bild 5 wiedergegebenen Kennlinien entsprechen dem Telefunken-Transistor OC 604, für dessen Wahl der Umstand maßgebend war, daß für diesen Typ besonders ausführliche Firmenunterlagen zur Verfügung standen. In den von den Erzeugerfirmen herausgegebenen Unterlagen wird das I_cU_c-Kennlinienfeld des Transistors meist nur mit einer Kennlinienschar (U_b oder I_b als Parameter) dargestellt und der Zusammenhang zwischen U_b und I_b durch eine getrennte Kennlinie wiedergegeben. Aus didaktischen Gründen erscheint es hier jedoch zweckmäßiger das vollständige Kennlinienfeld mit beiden Parametern (U_b und I_b) als Ausgangspunkt zu wählen, weil sich dadurch die Zusammenhänge leichter überblicken und ableiten lassen.

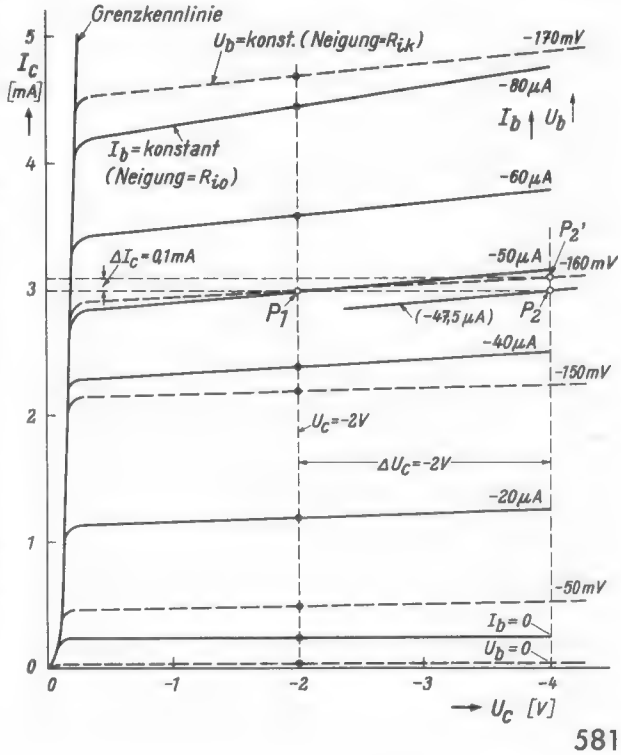


Bild 5. Statische Kennlinien eines Transistors (Einzelexemplar OC 604). Das Kennlinienfeld gibt die Abhängigkeit des Kollektorstromes I_c von der Kollektorspannung U_c für fest eingestellte Werte der Basisspannung U_b und des Basisstromes I_b (Steuerkennlinien). Im Punkt P_1 wird bei $U_c = -2$ V ein Kollektorstrom $I_c = -3$ mA durch eine Basisspannung $U_b = -160$ mV oder durch einen Basisstrom $I_b = -50$ µA eingestellt. Im Punkt P_2 verringert sich I_b bei konstant gehaltener Basisspannung auf 47,5 µA. Die Neigung der Steuerkennlinien ergibt die Wechselstrom-Innenwiderstände R_{ik} und R_{io} für kurzgeschlossenen Eingang (U_b-Kennlinien) und für offenen Eingang (I_b-Kennlinien)

einen steilen Anstieg im Bereich kleiner Kollektorspannungen und gehen dann mit einem scharfen Knick in einen sehr flachen Verlauf über, dessen Anstieg nach höheren Kollektorströmen hin stetig zunimmt.

Das Transistor-Kennlinienfeld ist fächerförmig aufgespalten

Bemerkenswert erscheint zunächst, daß sich dieses Kennlinienfeld in zwei fächerförmige Kennlinienscharen mit verschiedenen Neigungen aufspaltet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß voraussetzungsgemäß der Einfluß beider Basisgrößen – Basisspannung U_b und Basisstrom I_b – berücksichtigt wurde. Die gestrichelt gezeichnete Kennlinienschar gibt den Kurvenverlauf bei fest eingestellten Basisspannungen U_b, die voll gezeichnete Kennlinienschar gilt für fest eingestellte Basisströme I_b. Wir sprechen im folgenden daher kurz von U_b- und I_b-Kennlinien und meinen damit die Steuerkennlinien des I_cU_c-Kennlinienfeldes. Diese „Aufspaltung" bedeutet, daß bei fest eingestellter Basisspannung der Basisstrom I_b mit zunehmender Kollektorspannung U_c abnimmt oder allgemein gesprochen, von der Kollektorspannung rückwirkend beeinflußt wird. I_b verringert sich z. B. bei $U_b = -160$ mV (konstant) von -50 µA im Punkt P_1 ($U_c = -2$ V) auf etwa $-47{,}5$ µA im Punkt P_2 ($U_c = -4$ V).

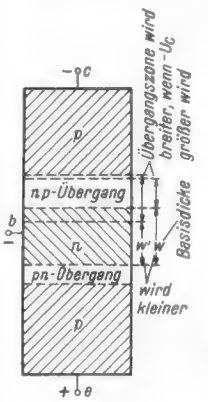
Die Kennlinienaufspaltung ergibt zwei verschiedene Innenwiderstände

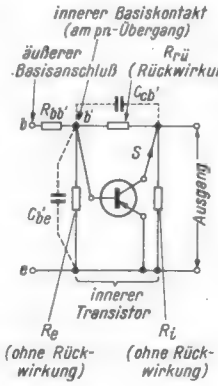
Eine logische Folgerung der Kennlinienaufspaltung ergibt sich, wenn wir uns von der Röhre her daran erinnern, daß die Neigung der I_aU_a-Kennlinien den Wechselstrom-Innenwiderstand R_i darstellt. Man bezeichnet diese Kennlinien deshalb auch als *Innenwiderstandskennlinien*. Auf das I_cU_c-Kennlinienfeld des Transistors übertragen, bedeutet dies, daß wir es hier mit zwei verschiedenen Innenwiderständen zu tun haben, nämlich einen größeren, der durch flacher verlaufende U_b-Kennlinien (gestrichelte Kurven) bestimmt wird und einen entsprechend kleineren, der durch die etwas steiler verlaufenden I_b-Kennlinien (voll gezeichnete Kurven) gegeben ist.

Die Kollektorspannung verändert die Basisdicke und wirkt dadurch auf den Kollektorstrom zurück

Betrachten wir zunächst den Innenwiderstand bei konstanter Basisspannung (gestrichelte U_b-Kennlinien), der offenbar dem Innenwiderstand einer Röhre bei konstanter Gitterspannung entspricht. Als Ursache für die Kennlinienneigung finden wir in beiden Fällen eine Art Durchgriffswirkung der Auffangelektrode (Anode bzw. Kollektor) auf den aufgenommenen Strom, die sich im Betriebsfall in Form einer Rücksteuerung auswirkt (die Arbeitssteilheit wird kleiner als die statische Steilheit).

Bei der Mehrgitterröhre, die wir hier mit dem Transistor vergleichen, bewirkt eine Änderung der Anodenspannung eine Änderung der Stromverteilung zwischen Schirmgitter und Anode, und zusätzlich noch eine Erhöhung des Gesamtstromes entsprechend dem Durchgriff der Anode auf die Raumladungswolke [3]. Das Ergebnis ist, daß der Anodenstrom mit zunehmender Anodenspannung ebenfalls etwas zunimmt. Beim Transistor kommt dieser Effekt dagegen dadurch zustande, daß sich die Basisdicke mit zunehmender Kollektorspannung verkleinert, weil die an Ladungsträgern verarmte Übergangszone zwischen Basis und Kollektor (np-Übergang) vorwiegend nach der Basis zu breiter wird (*Bild 6*). Da der Löcherdiffusionsstrom vom Emitter zur Basis durch die Löcherdichte am Emitter-Basis-Übergang (pn-Übergang) und die Basisbreite w bestimmt wird, erhöht eine verringerte Basisdicke die Löcherinvasion in die Basis und damit den Kollektorstrom. Eine Verkleinerung der Basisdicke führt überdies gleichzeitig zu einer Verringerung des Basisstromes, weil im verkürzten Laufraum der Basis weniger Löcher durch Elektronen abgefangen werden (verringerte Rekombination). Dadurch wird auch die Aufteilung des Emissionsstromes zwischen Kollektor und Basis verändert.





Links: Bild 6. Eine Änderung der Kollektorspannung U_c vergrößert die Breite des np-Überganges und verringert dadurch die Basisdicke w. Dadurch entsteht eine Rückwirkung der Kollektorspannung auf den Kollektorstrom, die maßgeblich den Innenwiderstand R_{ik} bestimmt.

Rechts: Bild 7. Ersatzschaltbild des Transistors für niedere Frequenzen. Der Innenwiderstand R_i entsteht durch die Basisdickensteuerung nach Bild 3, der Eingangswiderstand R_e ist durch den differentiellen Leitwert des pn-Überganges (Emitter-Basis) gegeben. Eine innere Verkopplung zwischen Kollektor und Basis durch einen Rückwirkungswiderstand $R_{rü}$ verursacht eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen Eingang und Ausgang und führt zur Aufspaltung des Kennlinienfeldes (Bild 2a). Der innere Basiswiderstand R_{bb}' läßt die Annahme eines „inneren" (idealen) Transistors zweckmäßig erscheinen, der zwischen den Klemmen b, c und e zu denken ist. Die gestrichelt eingezeichneten Kapazitäten werden erst bei höheren Frequenzen wirksam, verändern aber dann zusammen mit R_{bb}' die Eigenschaften (Kennlinien und Kennwerte) des Transistors völlig.

Zusätzliche Rückwirkungseffekte verringern den Innenwiderstand

Neben dieser auch bei der Röhre vorhandenen elektronischen Rückwirkung – wir wollen hierfür den Begriff Rücksteuerung prägen – sind beim Transistor noch weitere Rückwirkungen vorhanden, die sich bereits bei Gleichstromänderungen bemerkbar machen und daher auch schon im statisch aufgenommenen Kennlinienfeld zur Wirkung kommen. Damit eine solche Wirkung entsteht, muß offenbar eine innere Verkopplung vorhanden sein, die durch ohmsche Widerstände oder Leitwerte dargestellt werden kann. Tatsächlich sind solche Größen in Form von Leitwerten zwischen Kollektor und Basis vorhanden, die man sich durch einen Rückwirkungswiderstand $R_{rü}$ ersetzt denken kann. Außerdem spielt dabei auch der ohmsche Widerstand zwischen dem äußeren Basisanschluß b und dem pn-Übergang (b') eine Rolle, den wir mit R_{bb}' bezeichnen wollen.

Damit ergibt sich eine Ersatzschaltung des Transistors nach *Bild 7*, bei der dem Basiswiderstand R_{bb}' besonders bei höheren Frequenzen eine wichtige Bedeutung zukommt. Durch Änderung der Basisdicke ändert sich zunächst auch der Wert von R_{bb}' und damit der an ihm durch den Basisstrom erzeugte Spannungsabfall, um den sich die wirksame Basis-Emitterspannung verringert. Außerdem bildet R_{bb}' mit dem Rückwirkungswiderstand $R_{rü}$ einen Spannungsteiler für die Kollektorspannung, der bei Änderungen der Kollektorspannung ebenfalls entsprechende Änderungen des Spannungsabfalles an R_{bb}' verursacht.

In dieser Beziehung finden wir wieder einen grundsätzlichen Unterschied gegenüber der Röhre, bei der Anode und Steuergitter nur durch eine innere Kapazität (C_{ag}) verkoppelt sind. Die dadurch entstehende zusätzliche Rückwirkung kann sich natürlich im statisch aufgenommenen Kennlinienfeld nicht bemerkbar machen. Auch beim Transistor ist eine solche innere Rückwirkungskapazität zwischen Kollektor und Basis vorhanden (C_{cb}), die zusammen mit der Kapazität zwischen Basis und Emitter (in Bild 7 sind beide Kapazitäten gestrichelt angedeutet), die bei Gleichstrom bzw. niederen Frequenzen auftretenden Rückwirkungseffekte völlig in den Hintergrund drängt und zusammen mit R_{bb}' die Eigenschaften des Transistors verändert. Dies ist einer der Gründe, warum man die statischen Kennlinien und die daraus abgeleiteten reellen Kennwerte nur bei niederen Frequenzen verwenden kann.

Die U_b-Kennlinien liefern den Innenwiderstand für kurzgeschlossenen Eingang

Die für die verschiedenen Rückwirkungen gefundenen Ursachen geben uns die Möglichkeit, die Aufspaltung der Kennlinien zu deuten, wenn wir noch die zur Aufnahme der Kennlinie notwendige Stromquelle in die Betrachtung mit einbeziehen:

Die Aufnahme einer U_b-Kennlinie erfordert eine konstante Spannung U_b zwischen Basis und Emitter, d. h. eine gegen Belastungsänderungen unempfindliche Spannung; mit anderen Worten: eine Spannungsquelle ohne Innenwiderstand. Dies kann bei der Kennlinienaufnahme durch Spannungsstabilisierung oder einfach durch Nachregelung bei jeder Einstellung erreicht werden. Für den Betriebsfall mit Wechselspannungssteuerung ist dies aber gleichbedeutend mit der Aussteuerung durch eine Spannungsquelle mit dem Quellwiderstand Null oder, im Hinblick auf die Rückwirkung, mit Kurzschluß des Transistoreinganges. Durch einen derartigen Kurzschluß werden aber alle Rückwirkungen unterdrückt, die durch eine Spannungsteilung zwischen Rückwirkungswiderstand und Eingangsklemmen zustandekommen. Abgesehen von dem vorher angedeuteten Einfluß des inneren Basiswiderstandes R_{bb}', kommt also in erster Linie die elektronische Rücksteuerung durch die Basisdickenänderung zur Wirkung. Die Aufnahme der U_b-Kennlinien ergibt daher den Wechselstrom-Innenwiderstand des Transistors auf der Kollektorseite für wechselstrommäßig kurzgeschlossenen Eingang (Quellwiderstand $R_q = 0$). Wir bezeichnen ihn mit R_{ik}[2]).

Der innere Basiswiderstand verhindert den Kurzschluß des Einganges

Das innere Ersatzschaltbild des Transistors nach Bild 7 zeigt jedoch, daß neben dem durch die Basisdickensteuerung verursachten Wechselstrom-Innenwiderstand zwischen Kollektor und Emitter eine zusätzliche Rückwirkung durch die Spannungsteilung zwischen $R_{rü}$ und R_{bb}' auch bereits dann auftritt, wenn wir die Kennlinie mit konstanter Basisspannung U_b aufnehmen, d. h. mit wechselstrommäßig innenwiderstandsloser Spannungsquelle (im Betriebsfall mit $R_q = 0$) arbeiten. Wir können R_{bb}' vielmehr auch in die äußere Schaltung einbeziehen und als kleinstmöglichen Quellwiderstand betrachten.

[2]) Fußnote [2]) siehe Seite 583

Damit können wir von einem *inneren* Transistor sprechen, der zwischen den Klemmen b′, c und e, zu denken ist. Wir werden auf dieses Ersatzbild, das die Grundlage für die Vierpolbetrachtung des Transistors bildet, später noch ausführlicher zurückkommen.

Die I_b-Kennlinien liefern den Innenwiderstand für offenen Eingang

Für die Aufnahme einer I_b-Kennlinie muß dagegen der Basisstrom I_b konstant gehalten werden. Dazu benötigen wir einen gegen Belastungsänderungen unempfindlichen Strom. Dies kann theoretisch durch eine Stromquelle mit unendlich hohem Quellwiderstand, bei der praktischen Kennlinienaufnahme wieder durch Stromstabilisierung oder einfacher durch Nachregelung bei jeder Einstellung erreicht werden. Für den Betriebsfall mit Wechselstromsteuerung ist dies aber im Hinblick auf die Rückwirkung gleichbedeutend mit offenen Eingangsklemmen. Es ist klar, daß dadurch die Rückwirkung über den Leitwert zwischen Kollektor und Basis wesentlich stärker zur Geltung kommen kann und die so verstärkte Rückwirkung einen stärkeren Anstieg des Kollektorstromes mit zunehmender Kollektorspannung zur Folge hat. Wir erhalten daher in diesem Fall eine Kennlinie mit steilerem Anstieg und damit einen kleineren Innenwiderstand. Die Aufnahme der I_b-Kennlinien ergibt daher den Wechselstrom-Innenwiderstand auf der Kollektorseite des Transistors für wechselstrommäßig offenen Eingang (Quellwiderstand $R_q = \infty$). Wir bezeichnen ihn mit R_{io}[3]).

Auf den „Wechselstrom-Innenwiderstand" kommt es an!

Um falsche Schlußfolgerungen zu vermeiden, ist es wichtig, darauf zu achten, daß es sich bei dem Begriff *Innenwiderstand* nicht um den Gleichstromwiderstand des Kollektorüberganges sondern um den Änderungswiderstand, d. h. um den Wechselstromwiderstand der Kollektorseite handelt. Während der Gleichstromwiderstand im Kennlinienfeld z. B. durch das Verhältnis U_c/I_c dargestellt wird, ist der Wechselstromwiderstand durch die tangentielle Neigung der Steuerkennlinien gegeben. Da diese Kennlinien im flachen Teil praktisch geradlinig verlaufen, so kann man R_i auch bei größerer Aussteuerung durch das Verhältnis u_c/i_c ausdrücken. Für den Punkt P_1 würde sich z. B. der Gleichstrom-Innenwiderstand durch die Einstellwerte U_c, I_c mit 2 V/3 mA = 0,66 kΩ ergeben, der Wechselstrom-Innenwiderstand dagegen durch die Änderungswerte für die Steuerkennlinie $I_b = 50\ \mu A$ $(P_1 - P_2')$ mit $R_{io} = 2$ V/0,1 mA = 20 kΩ. Dieser Wechselstrom-Innenwiderstand hat nichts mit der Leitfähigkeit des Überganges zu tun, sondern wird durch die Rücksteuerung und Rückwirkung der Kollektorspannung bestimmt.

Der dynamische Innenwiderstand liegt zwischen den Werten von R_{ik} und R_{io}

Als wichtigstes Ergebnis dieser Betrachtungen können wir feststellen, daß der für den Verbraucher wirksame Innenwiderstand der Kollektorseite des Transistors durch die Größe des Quellenwiderstandes der Eingangs-Steuerquelle mit beeinflußt wird. Da man beim praktischen Betrieb natürlich stets mit endlichem Quellwiderstand der Steuerquelle rechnen muß – zur Erziehung optimaler Leistungsverstärkung strebt man Anpassung an –, so wird der im Betriebsfall wirksame Innenwiderstand des Transistors von der Größe des Quellwiderstandes abhängen und zwischen den beiden Extremwerten R_{ik} und R_{io} liegen. Wir bezeichnen ihn mit R_{id} (dynamischer Innenwiderstand).

Der Eingangswiderstand des Transistors ist vom Außenwiderstand abhängig

Der zwischen Kollektor und Basis angenommene Rückwirkungswiderstand $R_{rü}$ (Bild 7) stellt ein passives Schaltelement dar. Es ist daher anzunehmen, daß die dadurch entstehende, aus Bild 7 ersichtliche Verkopplung nach beiden Seiten wirksam ist. In logischer Konsequenz müßte daher auch der zwischen Basis und Emitter wirksame Eingangswiderstand R_e des Transistors in gleicher Weise von der Größe des im Kollektorkreis vorhandenen Außenwiderstandes R_a beeinflußt werden, wie R_i durch R_q. Man könnte für diese Annahme durch eine Umzeichnung des I_c/U_c-Kennlinienfeldes in ein I_bU_b-Kennlinienfeld auf anschauliche Weise den Beweis führen und würde dabei zur Feststellung kommen, daß das I_bU_b-Kennlinienfeld für die Kennlinien U_c = konst. ($R_a = 0$) und I_c = konst. ($R_a = \infty$) die gleiche Aufspaltung zeigt wie das I_cU_c-Kennlinienfeld. Wir dürfen diese Tatsache, die auch bereits bei Engbert erwähnt wird [2], hier wohl ohne nähere Begründung zur Kenntnis nehmen. Der Wert des dynamischen Eingangswiderstandes R_{ed} liegt daher in Abhängigkeit von R_a zwischen den Extremwerten R_{ek} und R_{eo}, wobei das Verhältnis R_{ek}/R_{eo} mit dem Verhältnis R_{ik}/R_{io} übereinstimmt. Wir kommen darauf bei der Ausdeutung der I_bU_b-Kennlinie nochmals zurück.

Das I_cU_c-Kennlinienfeld besitzt eine steile Grenzkennlinie

Wir haben uns bisher lediglich auf die Betrachtung des flach verlaufenden Teiles der I_cU_c-Kennlinien beschränkt. Wie bei der Röhre, ist aber auch beim Transistor der bei kleinen Kollektorspannungen steil ansteigende Ast des Kennlinienfeldes von großer praktischer Bedeutung, weil er den durchsteuerbaren Kollektorspannungsbereich nach links begrenzt. Der nicht ansteuerbare Bereich kann entweder durch den Innenwiderstand der Begrenzungsgeraden (bei der Röhre als Leistungsinnenwiderstand R_{iL} bezeichnet) oder durch die für einen bestimmten Spitzenstrom nicht ausnützbare Restspannung U_r definiert werden.

Auch in dieser Beziehung zeigt der Transistor die gleichen günstigen Eigenschaften wie eine Röhrenpentode, so daß praktisch die volle Spannungsaussteuerung des Kennlinienfeldes möglich ist. Bei Leistungstransistoren erreicht man sogar R_{iL}-Werte von nur einigen Ohm, während man bei Endpentoden im allgemeinen auf Werte von einigen hundert Ohm kommt.

Der steile Ast des Kennlinienanstieges wird beim Transistor einerseits durch die Kennlinie der in Durchlaßrichtung arbeitenden Emitterdiode (pn-Übergang) und andererseits durch die Stromübernahme der Kollektordiode (np-Übergang) bestimmt. Der Kollektorstrom nimmt daher längs des Kennlinienanstieges exponentiell mit der Basisspannung U_b zu. Der steile Anstieg der Grenzkennlinie geht dann bei dem jeweils eingestellten U_b-Wert in die flachen Innenwiderstandslinie über, sobald die negative Kollektorspannung durch Absaugen von Löchern aus dem Basisraum das für die Diffusionsbewegung der Löcher notwendige Konzentrationsgefälle im Basisraum erzeugt. Diese Bedingung wird bereits bei sehr kleinen Kollektorspannungen erfüllt. Im flachen Bereich der Kennlinie gelangt der größte Teil der vom Emitter in den Basisraum übergetretenen Löcher an den Kollektor, während ein kleiner Rest der am Stromtransport beteiligten Ladungsträger den Basisstrom bildet.

Die Analogie zwischen den Kennlinienfeldern von Röhre und Transistor

Die Ähnlichkeit des Transistor-Kennlinienfeldes mit dem Kennlinienfeld einer Pentode legt es nahe, eine Vergleichsbetrachtung über die Ursachen dieser Analogie anzustellen, insbesondere wegen der auf den ersten Blick überraschenden Tatsache, daß der Transistor für dieses nahezu ideale Kennlinienfeld nur drei Elektroden benötigt (e, b, c), während bei der Pentode dazu fünf (k, g_1, g_2, g_3, a) vorhanden sein müssen. Die Erklärung ergibt sich aus den grundsätzlich verschiedenen physikalischen Ursachen für das Zustandekommen des Anoden- bzw. Kollektorstromes.

Wie das Kennlinienfeld einer Pentode entsteht

Bei der Röhre emittiert die erhitzte Katode Elektronen in den Vakuumraum und erzeugt eine Raumladungswolke. Unter dem Einfluß eines zwischen Katode und Anode vorhandenen elektrischen Feldes werden Elektronen in Richtung zur Anode beschleunigt und von der Anode aufgenommen. Mit zunehmender Anodenspannung wird die Raumladungswolke immer mehr aufgelockert und der Anodenstrom nimmt nach einer Funktion mit dem Exponenten 3/2 zu (verdoppelt sich die Anodenspannung, so erhöht sich der Anodenstrom jeweils auf das 2,8-fache). Über eine im Elektronenweg eingesetzte gitterförmige Elektrode läßt sich die Stärke des Anodenstromes mit einer zwischen diesem Gitter und Katode angelegten Spannung steuern. Dieser direkte Einfluß der Anodenspannung auf den Anodenstrom ist sehr unerwünscht, weil er einen steilen Anstieg der Steuerkennlinien und damit einen kleinen Innenwiderstand (starke elektronische Rücksteuerung) ergibt.

Fügt man jedoch zwischen Steuergitter und Anode eine weitere gitterförmige Elektrode ein, die eine konstante Gleichspannung erhält, so befreit man die Anode weitgehend von der Aufgabe der Elektronenbeschleunigung und ordnet ihr nur die Funktion des Auffangens der Elektronen zu. Diese zweite Gitter erzeugt die notwendige Zugwirkung, schirmt die Raumladungswolke gegen den Einfluß der Anoden ab (daher Zug- oder Schirmgitter genannt) und läßt durch seine Lücken dennoch den größten Teil des in Bewegung gesetzten Elektronenstromes zur Anode gelangen. Nur ein kleiner Teil davon trifft auf die Schirmgitterdrähte und bildet den als Verlust zu betrachtenden Schirmgitterstrom, vorausgesetzt, daß die Anodenspannung im Verhältnis zur Schirmgitterspannung einen gewissen Mindestwert besitzt. Andernfalls würden die durch das Schirmgitter geschlüpften Elektronen zum größten Teil umkehren und von der stärkeren Zugwirkung des positiveren Gitters aufgenommen werden. Die Steuerkennlinien einer solchen Schirmgitterröhre zeigen daher einen steilen Anstieg bei kleinen Anodenspannungen und gehen dann in einen flachen Verlauf über, der einen großen Innenwiderstand ergibt.

Ein drittes, zwischen Anode und Schirmgitter angeordnetes, sogen. Bremsgitter hat

[3]) In den Firmenunterlagen (speziell bei Telefunken) finden wir anstelle der hier gewählten Bezeichnungen R_{ik} und R_{io} die Bezeichnungen kRi und lRi. Da jedoch der Buchstabe l bei vielen Schriftarten (Schreibmaschine und Druck) identisch ist mit der Ziffer 1, so dürften die hier gewählten Bezeichnungen (k = kurzgeschlossen, o = offen, bei R_i auf den Eingang bezogen) zweckmäßiger sein.

die Aufgabe, die an der Anode herausgeschlagenen Sekundärelektronen wieder zur Anode zurückzutreiben. Es verringert gleichzeitig die durch das Schirmgitter noch vorhandene Durchgriffswirkung einer Anodenspannungsänderung auf den Anodenstrom noch weiter und erhöht dadurch den Innenwiderstand noch mehr.

Wie das Kennlinienfeld des Transistors zustande kommt

Beim Transistor entsteht am pn-Übergang (Emitter-Basis) eine Überschußemission von Löchern in den Basisraum, wenn die Leitfähigkeit der Basisschicht wesentlich kleiner ist als die des Emitters und dieser Übergang durch eine angelegte Basis-Emitterspannung in Durchlaßrichtung gepolt wird. Dieser pn-Übergang stellt also für sich betrachtet eine Kristalldiode dar, bei der der volle Übergangsstrom über den Basisanschluß fließen würde. Befindet sich aber auf der anderen Seite der n-Schicht ein np-Übergang und wird dieser in Sperrichtung gepolt, dann entsteht dadurch im Basisraum ein starkes Konzentrationsgefälle der in der Basis als Minoritätsträger vorhandenen Löcher. Die vom Emitter in die Basis übergetretenen Löcher haben aber das natürliche Bestreben, ein Gefälle auszugleichen; sie „diffundieren" daher dem Gefälle folgend, in Richtung Kollektor. Da der Basisraum fast feldfrei ist – die angelegte Basis-Emitterspannung liegt fast in voller Höhe am pn-Übergang – wird die Bewegung der Löcher praktisch nur durch diesen Diffusionsdruck bestimmt. Ist der Abstand zum Kollektor sehr klein (kleine Basisdicke w), dann erreichen fast alle Löcher den Kollektor und bilden den Kollektorstrom. Nur ein kleiner Teil der durch den Basisraum wandernden Löcher wird von Elektronen abgefangen (Rekombination) und bildet den Basisstrom[5]).

Die Steuerwirkung des Transistors kommt dadurch zustande, daß eine Änderung der am Emitter - Basis - Übergang angelegten Durchlaßspannung (hier die Basisspannung U_b) einer größeren Zahl der im Emitter in Wärmebewegung begriffenen Löcher den Übertritt in den Basisraum gestattet. Dadurch ändern sich der zum Kollektor fließende Löcherstrom und der prozentuale Anteil der abgefangenen Löcher (der Basisstrom) im gleichen Verhältnis. Das Gesetz der Löcheremission und damit die Abhängigkeit des Kollektor- und Basisstromes von der Basispannung werden dabei von der Energieverteilung der Ladungsträger bestimmt, die auf einer Potenzgleichung mit der Basiszahl e = 2,718 (Grundzahl des natürlichen Wachstums) basiert, während die Potenzzahl durch das Verhältnis der Durchlaßspannung (U_b) zur sogenannten Temperaturspannung U_T festgelegt ist. Eine solche Abhängigkeit wird durch eine *Exponentialkurve* dargestellt. Der betreffende Strom (I_c, I_b) erhöht sich dabei jeweils auf das 2,718-fache wenn die Spannung (U_b) um das U_T-fache zunimmt oder auf das 10fache, wenn sich die Spannung um das 2,3fache erhöht. Die Temperaturspannung U_T ist durch die Kristalltemperatur T (°K) gegeben und nimmt bei Raumtemperatur 25° C = 298° K) den Wert U_T = 26 mV an.

Diese Zusammenhänge erklären den steilen Anstieg der Grenzkennlinie bei kleinen Kollektorspannungen und die Stromübernahme des Kollektors sowie den flachen Verlauf der Steuerkennlinien, wenn die Kollektorspannung das für die Löcherbewegung zum Kollektor notwendige Konzentrationsgefälle erzeugt hat.

[5]) Bei dieser Betrachtung bleiben die Sperrströme der Übergänge zunächst unberücksichtigt.

Man erkennt aus dieser Betrachtung, daß die Steuerfunktion dem Emitter-Basis-Übergang (nicht der Basis) zugesprochen werden muß und die Steuerung durch die Basisspannung (nicht durch den Basisstrom) erfolgt. Der Basisraum stellt die erwünschte Trennung zwischen den beiden Übergängen her und erfüllt damit eine ähnliche Aufgabe wie das Schirmgitter der Röhre. Ein restlicher Einfluß der Kollektorspannung auf den Kollektorstrom verbleibt nur durch die bereits erwähnte Basisdickensteuerung und durch die Verkopplung über den inneren Rückwirkungswiderstand. Die Stromverteilung zwischen Kollektor- und Basisstrom ist daher sinngemäß mit der Stromverteilung zwischen Anode und Schirmgitter zu vergleichen. Da der Basisstrom jedoch über den Basisanschluß fließt, so hat er für die Steuerquelle die gleiche dämpfende Wirkung wie der Gitterstrom einer Röhre. Er kann auch nicht wie bei der Röhre durch eine negative Vorspannung unterdrückt werden, weil die Emitterdiode in Durchlaßrichtung und die Kollektordiode in Sperrichtung arbeiten müssen[6]). Selbst dann, wenn der Stromübergang an der Emitterdiode nur durch Löcher erfolgen würde (Emitterwirkungsgrad = 1) und in der Basis keine Rekombination vorhanden wäre, (Transportfaktor = 1), würde immer noch ein Basisstrom infolge des Sperrstromes der Kollektordiode fließen.

Als grundsätzlich wichtigsten Unterschied zwischen Röhre und Transistor wollen wir schließlich nochmals feststellen, daß der Kollektorstrom nicht wie bei der Röhre durch ein elektrisches Feld und damit durch eine Zugspannung, sondern durch die Diffusionsbewegung der durch ihre Wärmeenergie emittierten Löcher entsteht. Beim Durchlaufen des Potentialgefälles U_c im Kollektorübergang nehmen die Ladungsträger dann allerdings Energie auf ($N_c = I_c \cdot U_c$), die sie befähigt, im Außenwiderstand des Kollektorkreises Arbeit zu leisten.

(Fortsetzung folgt)

Netzteile für Transistorgeräte

Eine in der Praxis am meisten hervorstechende Eigenschaft des Transistors ist seine niedrige Betriebsspannung, die selten höher als 20 V liegt. Das ist der Grund, warum bei allen Schaltungen Trockenbatterien als Stromquelle angegeben sind. Trotzdem sollte man den Betrieb von Transistorgeräten aus dem Netz nicht aus dem Auge verlieren, zumal Netzteile für solche Zwecke verhältnismäßig einfach und preiswert aufgebaut werden können.

Eine Reihe von Schaltbildern möge als Anregung in dieser Richtung dienen. Alle angegebenen Netzteile arbeiten mit der Universal-Germaniumdiode 1 N 34 als Gleichrichter, für die die Kristalldioden- und Transistoren-Taschentabelle des FRANZIS-Verlages eine maximale Dauersperrspannung von 60 V und einen Durchlaß-Spitzenstrom von 150 mA angibt.

Bild 1 zeigt die Schaltung eines Einweggleichrichters, der nach herkömmlichen Grundsätzen aufgebaut ist und sich lediglich durch geringe Betriebsspannung auszeichnet. *Bild 2* zeigt eine dementsprechende Doppelweg-Gleichrichtung.

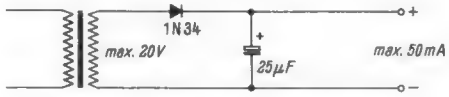


Bild 1. Einfacher Einweggleichrichter

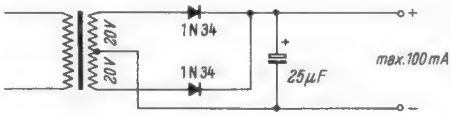


Bild 2. Doppelweggleichrichter

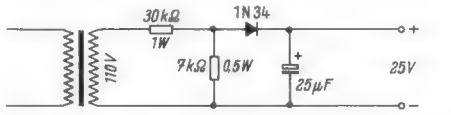


Bild 3. Einweggleichrichter mit Spannungsteiler zur Spannungsverminderung

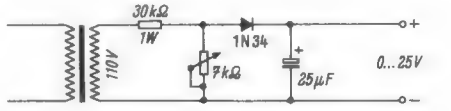


Bild 4. Einweggleichrichter mit einstellbarer Ausgangs-Gleichspannung

Die Schaltung nach *Bild 3* ist für den Betrieb am 117-V-Wechselstromnetz gedacht, wie es in Amerika gebräuchlich ist. Sie soll eigentlich ohne den Netztransformator arbeiten, doch konnte sich der Referent in Anbetracht der leichten Verletzbarkeit von Transistoren nicht dazu entschließen, die

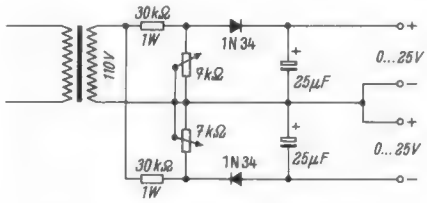


Bild 5. Kombinierte Einweggleichrichter für Universalbetrieb

Schaltung in ihrer Originalfassung, d. h. ohne Netztransformator, wiederzugeben. Bemerkenswert sind die beiden Widerstände, die einen Spannungsteiler bilden, so daß eine Gleichspannung von 25 V entsteht.

Vielseitiger verwendbar ist die Schaltung nach *Bild 4*, weil hier der Widerstand, an dem die gleichzurichtende Spannung auftritt, veränderlich ist. Deshalb kann am Ausgang eine von Null bis zum Höchstwert einstellbare Gleichspannung abgenommen werden.

Sollen Emitter- und Kollektorkreis von Transistoren aus getrennten Quellen gespeist oder sollen sowohl npn- als auch pnp-Transistoren nebeneinander betrieben werden, so sind Stromquellen erforderlich, deren verschiedene Pole am Chassis liegen. Diesem Umstand trägt die Schaltung nach *Bild 5* Rechnung, wobei jede der Gleichspannungen einreguliert werden kann. –dy

Reed, H., Transistor A. C. Power Supplies. Radio & Television News, Dezember 1956, Seite 176

[6]) Auch bei der Röhre finden wir übrigens eine Analogie zwischen einem Dreielektrodensystem und dem Transistor und zwar bei einer Triode mit kleinem Durchgriff, die im Gitterstrombereich ausgesteuert wird. In diesem Fall übernimmt das Steuergitter ebenfalls gleichzeitig die Funktion eines Schirmgitters und das Kennlinienfeld erhält Pentodencharakter (Lit. 3).

Elektronische Musik mit Magnetton-Geräten

Von Carl Dethlefsen

Allgemeines

Jede Art von Musik, gespielt auf elektronischen Musikinstrumenten, kann als elektronische Musik bezeichnet werden. Eine mit gebräuchlichen Instrumenten erzeugte Musik kann aber ebenfalls unter diesen Begriff fallen, wenn sie durch die Mittel der Elektroakustik eine neue Gestaltung erfährt. Von einer neuen Kunstform kann aber erst dann gesprochen werden, wenn die spezifischen Eigenarten elektronischer Geräte bei einer Komposition berücksichtigt werden.

Auf der Suche nach einer solchen neuen Kunstform wurde im Jahr 1953 erstmalig in Köln und in Darmstadt eine neue Art von elektronischer Musik vorgeführt [1]. Dabei darf man den Begriff allerdings nicht mehr im herkömmlichen Sinne auffassen. Selbst zur 12-Ton-Musik besteht keinerlei Verwandtschaft mehr. Richtiger würde man von einer *Geräuschfolge* oder *Geräuschsymphonie* sprechen.

In beiden Fällen wird die Technik der sogenannten „authentischen Komposition" angewandt. Zur Erläuterung dieses von *Meyer-Eppler* geprägten Begriffs möge ein Vergleich zwischen Musik und Malerei dienen. Eine Komposition im herkömmlichen Sinne bedarf stets einer Interpretation durch „nachschaffende" Künstler. Der Ausdruck „nachschaffend" besagt aber schon, daß die Komposition durch den ausübenden Künstler im allgemeinen eine persönliche Auslegung erfährt, die mit der Anschauung des Komponisten nicht übereinzustimmen braucht. Der Komponist kann also, sofern er nicht sein eigener Interpret ist, die Form der endgültigen Aufführung kaum bestimmen. Bei dem bildenden Künstler ist jedoch das Kunstwerk abgeschlossen.

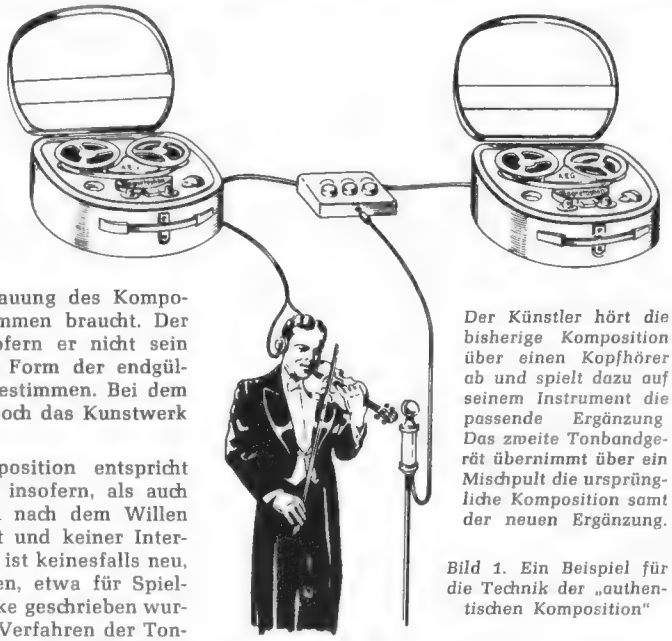
Die authentische Komposition entspricht nun der bildenden Kunst insofern, als auch hier die endgültige Form nach dem Willen des Komponisten festliegt und keiner Interpretation mehr bedarf. Sie ist keinesfalls neu, da auch in früheren Zeiten, etwa für Spieluhren, spezielle Musikwerke geschrieben wurden. Durch die modernen Verfahren der Tonspeicherung und die große Verbreitung dieser Geräte hat sie erst jetzt ihre Bedeutung gefunden. Ein auf Magnetband aufgezeichnetes Werk kann zu jeder Zeit auf jedem anderen Magnettongerät gleicher Bandgeschwindigkeit in der ursprünglichen Form wiedergegeben werden. Ein wesentlicher Vorteil liegt auch darin, daß jede einzelne „Orchesterstimme" für sich behandelt und zeitlich nacheinander zu einem geschlossenen Werk zusammengefügt, komponiert werden kann.

Aufnahmeverfahren

Für die Aufnahme werden entweder zwei oder mehrere normale Magnettongeräte oder ein bis zwei Mehrspurmaschinen, gegebenenfalls mit umschaltbarer Bandgeschwindigkeit, benötigt. Ursprünglich wurde folgende Technik angewandt:

Die erste Stimme wird auf einen Tonträger aufgezeichnet. Sie kann durch weitere technische Mittel umgestaltet werden, bis sie vollständig der Vorstellung des Komponisten entspricht. Sodann wird sie, gegebenenfalls mit veränderter Geschwindigkeit, auf ein anderes Speichergerät überspielt. Gleichzeitig wird die zweite Stimme eingeblendet. Zur Kontrolle des richtigen Einsatzpunktes und zur Anpassung des Taktes wird die erste Spur mit Kopfhörer oder Lautsprecher abgehört. Die so erhaltene Aufnahme, die jetzt beide Stimmen enthält, wird in gleicher Weise unter Beimischung der dritten Stimme überspielt, wobei ebenfalls eine Umgestaltung möglich ist. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis die Aufnahme alle Stimmen in der vorgesehenen Form enthält. *Bild 1* zeigt ein Beispiel für dieses Verfahren; hier wird einer vorhandenen Bandaufnahme eine Geigenstimme zugespielt.

Die Wahl unterschiedlicher Bandgeschwindigkeiten zwischen Aufnahme und Überspielung gibt dem Komponisten die Möglichkeit, bei bekannten Musikinstrumenten die Grenzen zu überwinden, die durch die Spieltechnik gesetzt sind. So können etwa schnelle Passagen, die kein Musiker mehr ausführen kann, im langsamen Tempo aufgenommen und mit erhöhter Bandgeschwindigkeit überspielt werden. Dabei muß bei der Aufnahme die Tonlage im Verhältnis der Bandgeschwindigkeiten tiefer gewählt werden, beispielsweise um eine Oktave, wenn das Verhältnis 1 : 2 beträgt. Die sich durch die Transponierung der festen Formanten ergebende Klangfarbenänderung wird benutzt, um neue, zum Teil sehr brillante Effekte zu erreichen.



Der Künstler hört die bisherige Komposition über einen Kopfhörer ab und spielt dazu auf seinem Instrument die passende Ergänzung. Das zweite Tonbandgerät übernimmt über ein Mischpult die ursprüngliche Komposition samt der neuen Ergänzung.

Bild 1. Ein Beispiel für die Technik der „authentischen Komposition"

Nach diesem Verfahren wurden u. a. die bekannten Schallplatten-Trickaufnahmen von *Les Paul* und *Helmut Zacharias* hergestellt. In vielen Fällen wurden alle Orchesterstimmen von einem Musiker, die Gesangstimmen von einer Sängerin zeitlich nacheinander aufgenommen. Die beschriebene Wirkung unterschiedlicher Bandgeschwindigkeiten ist insbesondere bei den Aufnahmen von Les Paul in beispielhafter Weise zu erkennen.

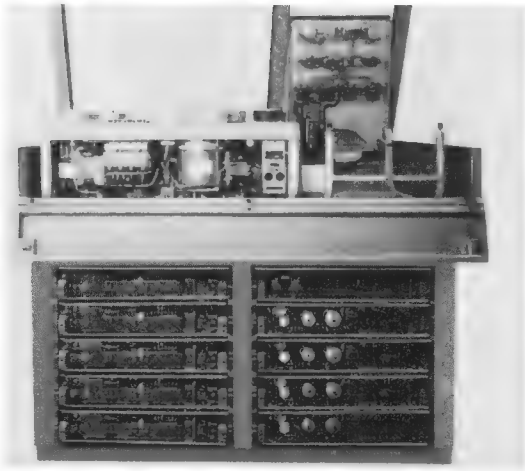


Bild 2. Telefunken-Vierspur-Magnetophon, Schrankunterteil und Abdeckplatte geöffnet

Technisch betrachtet haftet diesem Verfahren noch ein Mangel an. Das häufige Überspielen führt zu einer Verminderung der Dynamik und beeinträchtigt den Frequenzgang. Von der Industrie wurde daher für diesen Zweck ein besonderes Aufnahmegerät (*Bild 2*) entwickelt [2]. Es entspricht weitgehend den großen Studiomaschinen, verwendet aber ein Band mit der vierfachen Breite (1 Zoll) und besitzt in der serienmäßigen Ausführung vier Tonspuren. Da jede dieser Spuren annähernd die Breite des normalen Magnettonbandes aufweist, tritt praktisch kein Dynamikverlust ein. Von besonderem Interesse ist die Ausführung der Köpfe. Vier Lösch-, Sprech- und Hörköpfe sind nach *Bild 3* zu je einem Block vereinigt, wobei die Spalte mit höchster Genauigkeit übereinander ausgerichtet sind. Diese Maßnahme ist notwendig, um die Phasenlage der einzelnen Aufzeichnungen zueinander in Übereinstimmung zu bringen. Um die Einwirkung der Einzelköpfe auf die Nachbarspuren und ein Übersprechen von Kopf zu Kopf auf einen nicht mehr störenden Wert herabzusetzen, sind die Spuren untereinander wirksam geschirmt.

Bild 4 zeigt ein Blockschaltbild dieser Anlage. Sie enthält vier Aufsprechverstärker (AV_1...AV_4), die sich von den gebräuchlichen Studioverstärkern nur durch den Hochfrequenzteil unterscheiden. Da die Apparatur auch für stereophonische Aufnahmen verwendbar sein muß, ist es nötig, die Lösch- und Vormagnetisierungsfrequenz der einzelnen Kanäle miteinander zu synchronisieren. Abweichungen dieser Frequenzen würden zur Differenztonbildung führen, die als Pfeiftöne aufgezeichnet werden. Die vier Hf-Generatoren werden daher von einer frequenzbestimmenden Schwingstufe (nicht gezeichnet) fremdgesteuert.

In jeder Sprechkopfleitung befindet sich ein Umschalter (R 1...R 4), mit dem wahlweise der Sprechkopf vom Verstärker abgetrennt und über den Stufenschalter y an den Wiedergabeverstärker WV_5 geführt werden kann (vgl. Kanal 1).

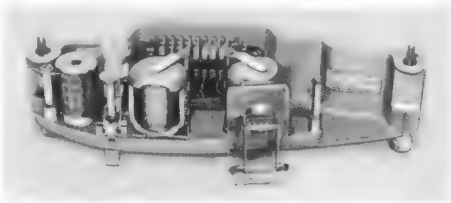


Bild 3. Vierspur-Magnetophonkopf

Die vier Hörköpfe sind mit den vier Wiedergabeverstärkern verbunden, deren Ausgänge über Regler zusammengeschaltet werden kön-

[1]) Vgl. FUNKSCHAU 1956, Heft 24, Seite 1027

[2]) Eine Außenansicht dieser Telefunken-Vierspur-Maschine brachten wir bereits auf der Titelseite der FUNKSCHAU 1957, Heft 14

nen. Ein Anschluß für die Überspielung und eine Abhöreinrichtung ergänzen die Anlage.

Der Wahlschalter T verbindet die Ein- oder Ausgangsleitung eines Kanals über einen Umschalter mit dem Anschluß für die Aussteuerungskontrolle, die beliebig „vor Band" oder „über Band" erfolgen kann. Alle Wahlschalter sind auf einem Schaltpult vereinigt.

Die Aufnahmetechnik wird durch das Blockschaltbild leicht verständlich. Sie unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen dadurch, daß nicht jede Spur überspielt wird. Ist z. B. Stimme 1 auf Spur 1 (Kanal 1) aufgenommen worden, so wird zur Aufnahme der 2. Stimme vom Schaltpult aus der Aufsprechverstärker 1 abgeschaltet und der Aufsprechverstärker 2 eingeschaltet (Betriebsstellung Bild 4).

Um Einsatz und Takt in Übereinstimmung mit der Aufzeichnung der ersten Spur zu bringen, muß diese Spur während der Aufnahme abgehört werden. Dies kann jedoch nicht über die normalen Wiedergabekanäle erfolgen. Durch den räumlichen Abstand von Sprech- und Hörkopf würde die Aufzeichnung der zweiten Spur gegenüber der ersten räumlich versetzt sein. Ein gemeinsames Überspielen wäre dadurch nicht möglich. Es muß daher genau am Ort des Sprechkopf-Spaltes abgehört werden. Dies ist nur zu erreichen, wenn ein Sprechkopf, mit dem eine vorangegangene Spur aufgezeichnet wurde, selbst als Hörkopf benutzt wird.

Im vorliegenden Fall würde Sprechkopf 1 über die Schalter R 1 und y mit dem zusätzlichen Wiedergabeverstärker WV_5 verbunden werden. Das Abhören geschieht zumeist über einen Lautsprecher. Selbst bei Mikrofonaufnahmen wird die vorherige (taktgebende) Aufnahme durch einen Lautsprecher mit geringer Energie in den Aufnahmeraum „eingespielt" (Playback). Bei erhöhter Lautstärke können in diesem Fall zusätzliche Wirkungen erreicht werden. Die geringen Laufzeitunterschiede, die bei der akustischen Umwandlung und Neuaufzeichnung entstehen, ergeben beim gemeinsamen Überspielen eine „chorische Wirkung", d. h. eine scheinbare Vergrößerung des Orchesters. Die normalen Wiedergabekanäle können – wie üblich – im Regieraum zur Abhör- und Aussteuerungskontrolle verwendet werden.

Nach diesem Verfahren werden alle vier Spuren aufgenommen, wobei wahlweise eine fertige Aufnahme zurückgespielt wird. Die Wiedergabe aller Spuren erfolgt gemeinsam über die vier Wiedergabeverstärker, die über Regler zusammengeschaltet werden. Durch diese Regelmöglichkeit erhält der Komponist oder der Dirigent die Möglichkeit – unabhängig von der Auffassung des Tonmeisters –, nachträglich eine dynamische Abstufung der vier Aufzeichnungen vorzunehmen. Da sich die Spuren getrennt löschen lassen, ist eine spätere Korrektur möglich.

Werden mehr als vier Spuren benötigt, so erfolgt die gemeinsame Überspielung der ersten vier Spuren auf die erste Spur einer zweiten Playback-Maschine. Die restlichen drei Spuren können dann in der beschriebenen Weise ergänzt werden.

Dieses Verfahren kann mehrfach wiederholt werden, bis alle Aufnahmen fertiggestellt sind. In der Regel werden die letzten vier Spuren auf ein Tonband normaler Breite überspielt, das dann von jedem Magnettongerät gleicher Bandgeschwindigkeit wiedergegeben werden kann. Gegenüber dem zuerst beschriebenen Verfahren mit Einkanalmaschinen ergibt sich der Vorteil, daß die Anzahl der Überspielungen bei Benutzung einer Playback-Maschine nur etwa ein Viertel beträgt. Die Güte der Aufnahme wird dadurch nicht unwesentlich erhöht.

Konkrete Musik – synthetische Musik

Aus der Fülle der bekanntgewordenen Versuche, mit elektronischen Mitteln zu einer neuen musikalischen Kunstform zu gelangen, sollen zwei Gruppen herausgegriffen werden, die in Deutschland vorzugsweise zur Diskussion gestellt wurden.

Die konkrete Musik *Pierre Schäffers* – in Frankreich entstanden – stützt sich auf Untersuchungen von *Moles*. Die Magnettontechnik diente diesem Forscher vergleichsweise als Mikroskop, um Schallereignisse und deren Einschwingvorgänge zu analysieren. Durch bewußte Verformung eines Schwingungsablaufs und Aneinanderreihen der neu erhaltenen Schwingungsformen läßt sich aus einem kurzen natürlichen (konkreten) Klang oder Geräusch eine Klang- oder Geräuschfolge aufbauen. Diese Verformung geschieht mit den Mitteln, die auch für die Herstellung der Hörspielgeräusche angewandt werden, insbesondere durch Tonbandschnitte, Zeitraffung und -dehnung, Frequenzbandbeschneidung, multiplikative Mischung, Rhythmisierung und Verhallung. Ferner wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, eine Magnettonaufzeichnung in umgekehrter Reihenfolge abzuspielen. Nach dieser Behandlung ist etwas Konkretes im allgemeinen nicht mehr wahrnehmbar, trotzdem wird von *Schäffer* eine so zubereitete Geräuschfolge als „Konkrete Musik" bezeichnet.

Gegenüber diesem französischen Verfahren, natürliche Geräusche als Grundbestandteile zu verwenden, bemüht man sich im Bereich des Kölner Funkhauses, eine rein synthetische „Musik" zu erzeugen. An die Stelle der natürlichen Geräusche treten Ton- und Rauschgeneratoren. Weiter werden benutzt das elektronischeMonochord, eine Weiterentwicklung des Trautoniums, und das Melochord von *Bode*, ein elektronisches Melodieinstrument mit zwei einstimmigen Spielbereichen. Die Klangfarbe beider Geräte kann durch Klangfilter weitgehend verändert werden.

Die Möglichkeiten der Klangerzeugung sind also beinahe unbegrenzt. Der Künstler wird dieses Werkzeug nur beherrschen, wenn er gleichzeitig ein guter Physiker und Techniker ist. Die bisher vorgeführten Musikwerke haben noch wenige Anhänger gefunden. Sicherlich ist das Tasten nach neuen Möglichkeiten zu begrüßen. Ob aber diese Versuche zu einer anerkannten Kunstform führen werden oder ob sie vielleicht einen Mißbrauch der Technik bedeuten, kann erst zu einem späteren Zeitpunkt entschieden werden.

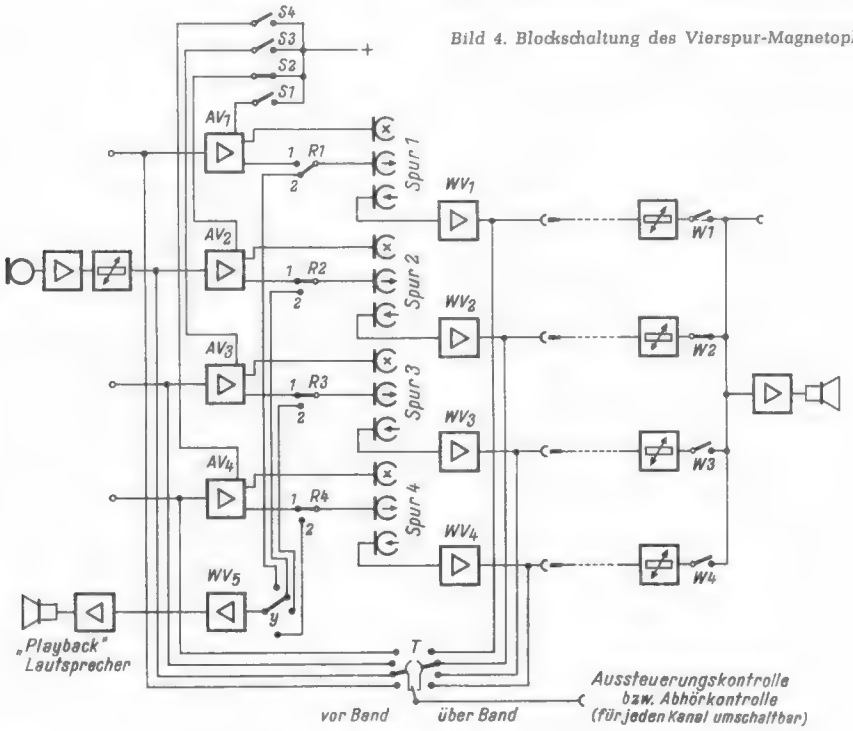


Bild 4. Blockschaltung des Vierspur-Magnetophons

„Übersprechen" ohne Tricktaste

Um bei der Schmalfilmvertonung oder beim Aufnehmen von Hörszenen einen Sprechtext mit Musik oder Geräuscheffekten zu untermalen, bedient man sich bekanntlich eines Mischpultes. Einen recht gut brauchbaren Behelf bildet die sogenannte Tricktaste, die an verschiedenen Tonbandgeräten vorhanden ist. Beim Betätigen wird der Löschkopf abgeschaltet, so daß man ein bereits mit Musik betontes Band erneut „übersprechen" kann, ohne daß die ursprüngliche Aufnahme, also die Musik, verlorengeht. Kritische Amateure werden allerdings bald merken, daß das Auffinden des günstigsten Lautstärkeverhältnisses nicht ganz einfach ist, weil man zwar die übersprochene Aufnahme nach Wunsch einstellen kann, man es aber nicht in der Hand hat, wieviel von der ursprünglichen erhalten bleibt. Es ist auch typisch, daß von der Erstaufnahme die Höhen in den Hintergrund gedrängt werden, so daß die Untermalung etwas dunkel klingt. Trotzdem, das Verfahren ist so elegant und einfach, daß es jeder einmal erproben sollte.

Das kann man sogar, wenn am Gerät gar keine Tricktaste vorgesehen ist. Man muß nur dafür sorgen, daß das Band aus dem Magnetfeld des Löschkopfes gebracht wird, wenn man es überspricht. Dr. H. Knobloch empfiehlt in seinem Buch „Der Tonband-Amateur" (Franzis-Verlag) ein Stück Vorspannband auf eine Länge von 5 bis 10 mm etwa zwölfmal zu falten, so daß ein Kissen aus Kunststoffolie entsteht. Das Kissen wird dann vor den Löschkopf-Spalt geklebt, damit das Band nicht mehr „satt" am Luftspalt anliegen kann. Noch zweckmäßiger ist eine Kappe aus Kunststoff oder hartem Papier, weil man sie bequem abziehen und wieder aufsetzen kann. Gut bewährt hat sich auch ein sogenanntes „Falzbein", wie es im Schreibwarengeschäft erhältlich ist, oder die Kunststoffklinge eines Brieföffners. Bei einigem Geschick kann man diese beiden Hilfsmittel sogar bei laufendem Gerät an der passenden Stelle der Aufnahme zwischen Band und Löschkopf schieben. -ne

Über elektrostatische Lautsprecher für größere Frequenzbereiche

Von Prof. Dr.-Ing. W. Bürck

Bekanntlich befanden sich schon unter den frühesten Bauformen von Lautsprechern solche, die auf dem elektrostatischen Arbeitsprinzip beruhten; vor fast 40 Jahren fanden die ersten Tonfilmvorführungen in größerem Rahmen bereits unter Verwendung von Kondensatorlautsprechern (Statophon, Oszilloplan)[1][2] statt *(Bild 1)*. Bei den steigenden Ansprüchen in bezug auf übertragenes Frequenzband, größere abgestrahlte Leistungen und Verringerung der nichtlinearen Verzerrungen blieben aber sowohl die elektromagnetischen als auch die elektrostatischen Bauformen gegenüber den dynamischen Typen zurück, als durch die Erkenntnis der notwendigen Tiefabstimmung der elektrodynamisch angetriebenen Schwingsysteme (Rice und Kellogg) erstmals eine breitbandige Wiedergabe in Richtung tiefer Frequenzen ermöglicht wurde. Es zeigte sich zwar bald, daß die Erweiterung des übertragenen Frequenzbandes nach oben mit dynamischen Typen auf Schwierigkeiten stieß, sobald man gleichzeitig eine energiemäßige Streuung in alle Abstrahlrichtungen forderte und die Definition einer „geraden Frequenzkurve" eines Lautsprechers nicht nur auf seine Mittelachse bezog. Dies hat der heute noch vorherrschenden Stellung des elektrodynamischen Lautsprechers aber keinen Abbruch tun können; lediglich die Verwendung von zusätzlichen Lautsprechersystemen speziell für die verteilte Höhenabstrahlung war die Folge. Unter diesen Zusatz-Hochtonsystemen nehmen die elektrostatischen Typen allerdings heute wieder einen bevorzugten Platz ein, wenn man bestimmte Betriebsbedingungen zur Vermeidung von Nichtlinearitäten einhält. Doch hat sich in neuester Zeit eine Entwicklung angebahnt, die eine generelle Einführung elektrostatischer Lautsprecher auch für die Wiedergabe tiefer Frequenzen aussichtsreich erscheinen läßt[3]. Einiges hierüber soll im folgenden berichtet werden.

Akustische Leistung und Abstrahlfläche

Zur Beurteilung der Verhältnisse seien unter Anwendung größtmöglicher Vereinfachungen die wesentlichen physikalischen Größen betrachtet, die im vorliegenden Falle eine Rolle spielen.

Um eine bestimmte akustische Leistung N_{ak} abzustrahlen, muß ein Lautsprecher, gleich welches technische Arbeitsprinzip er verwendet, bei gegebener Abstrahlfläche F seines Schwingsystems und bei vorgegebener Frequenz f eine Schwingungsamplitude a bestimmter Größe ausführen, wobei

$$N_{ak} \text{ proportional zu } a^2F^2f^4 \text{ verläuft.}$$

Aus diesem Zusammenhang ersieht man, daß bei konstanter Abstrahlleistung das Produkt von a und F quadratisch mit der fallenden Frequenz an steigen muß. *Bei der halben Frequenz muß also bei konstanter Membranfläche die Schwingungsweite a auf den vierfachen Wert steigen.* Diese sehr starke Zunahme der Schwingamplitude nach den tiefen Frequenzen zu ist gerade für den elektrostatischen Lautsprecher sehr ungünstig, weil die schwingende Membran ja eine bewegliche Kondensatorbelegung darstellt, die sich der Gegenelektrode nicht zu stark nähern darf, wenn Kurzschluß durch Berührung oder starke Nichtlinearität durch die Anziehungskräfte der notwendigerweise gleichstromvorgespannten Beläge vermieden werden sollen. Da bei der obigen Beziehung aber a und F gleichberechtigt erscheinen, so kann die gleiche Leistung entweder bei großer Amplitude und kleiner Fläche oder aber bei kleinerer Amplitude und entsprechend vergrößerter Fläche abgegeben werden, woraus folgt, daß für einen Kondensatorlautsprecher sehr große Abstrahlflächen notwendig sind, wenn auch noch tiefe Frequenzen abgegeben werden sollen.

Von der Antriebsseite her machen große Kondensatorflächen im Gegensatz zu den Verhältnissen beim nahezu punktförmig angetriebenen elektro-dynamischen Lautsprechersystem keine Schwierigkeiten, weil auch die Antriebskraft flächenmäßig verteilt angreift und damit die Gefahr einer Unterteilung der Membran und der Bildung von Membranresonanzen gering ist. Die notwendige Größe von Kondensatorlautsprechern für tiefe Frequenzen verhindert naturgemäß den Zusammenbau mit Empfangsgeräten und führt zur Trennung der Geräteanordnung.

Um abzuschätzen, wie hoch die Chancen einer Verdrängung der elektrodynamischen Bauart von Lautsprechern durch elektrostatische Kondensatorlautsprecher liegen, müssen die Bedingungen verglichen werden, unter denen sich frequenzunabhängige Abstrahlleistung bei konstantem Antrieb ergibt[4][5]. Als erste Annäherung an die Verhältnisse der Praxis kann man den tiefabgestimmten dynamischen Lautsprecher mit einer Membranfläche, die klein zur Wellenlänge ist, dem hochabgestimmten Kondensatorlautsprecher mit großer Membranfläche gegenüberstellen. In beiden Fällen sei als Antrieb ein Betriebsstrom konstanter Größe, d. h. ohne Frequenzabhängigkeit, vorausgesetzt, der beim dynamischen System als Leitungsstrom I_L, beim Kondensatorlautsprecher als Verschiebungsstrom I_V im Dielektrikum auftritt.

Einfluß der Frequenz

Die mechanische Antriebskraft K ist in einem elektrodynamischen System einfach proportional zum Strom, also $K_D \sim I_L$, während in einem elektrostatischen System die Kraft umgekehrt proportional zur Frequenz (Kreisfrequenz ω) läuft, also $K_S \sim \frac{I_V}{\omega}$. Nun ist weiter zu untersuchen, wie die Bewegungsgeschwindigkeit V des mechanischen Systems von der Antriebskraft K abhängt. Beim tiefabgestimmten (dynamischen) System liegt vorwiegend Bewegungshemmung durch die Masse M vor, so daß die Geschwindigkeit nach dem Gesetz $V_T \sim \frac{K}{M \cdot \omega}$, d. h. umgekehrt proportional zur Frequenz verläuft, während beim hochabgestimmten (statischen) System die Bewegungshemmung vorwiegend auf die Direktionkraft D (elastische Rückstellung) zurückgeht, wobei die Bewegungsgeschwindigkeit des angetriebenen Schwingsystems

$$V_H \sim \frac{K \cdot \omega}{D} \text{ ist, also steigend mit der Frequenz verläuft.}$$

Die durch Bewegung des Schwingsystems abgegebene Schallleistung N ist proportional dem Produkt aus Strahlungswiderstand Z_r und Geschwindigkeitsquadrat, also

$$N \sim Z_r \cdot V^2.$$

Für eine in einer genügend großen Trennwand schwingende, kolbenförmig bewegte Membran mit relativ zur Schallwellenlänge kleiner Flächenausdehnung gemäß dem dynamischen System steigt bekanntlich der Strahlungswiderstand mit dem Quadrat der Frequenz an, bis er in einen etwa konstanten Wert übergeht, sobald die Membranausdehnung die Schallwellenlängen überschreitet, also $Z_r \sim \omega^2$ und damit

$$N_D \sim \omega^2 V^2_T,$$

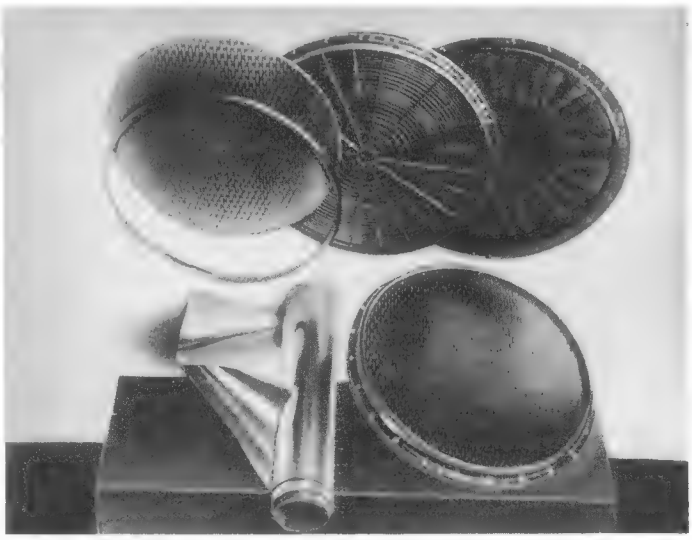


Bild 1. Elektrostatischer Lautsprecher nach Vogt, Engl und Masolle und seine Einzelteile (1919)

[1] *J. Massolle, H. Vogt* und *J. Engl*, Der sprechende Film, Berlin 1924.

[2] *H. Lichte* und *A. Narath*, Physik und Technik des Tonfilms, Leipzig 1945.

[3] *P. J. Walker*, Wide Range Electrostatic Loudspeakers – Problems of Air Loading – Complete Systems, Wireless World, Mai, Juni u. August 1955.

[4] *W. Bürck*, Funk und Ton, H. 4, 1949, S. 187, und Fortschritte der Radiotechnik I, 12. Jahrg. 3, 1950/51.

[5] *W. Bürck*, Grundlagen der praktischen Elektroakustik, 1954, Elektro-Verlag Mindelheim.

während bei elektrostatischen Systemen wegen der vorausgesetzten großen Membranausdehnung gilt: Z_T = konstant und damit

$$N_s \sim V_H^2.$$

Setzt man die vorher erhaltenen Werte von V_T bzw. V_H ein, so ergibt sich

$$N_D \sim \omega^2 \cdot \frac{K_D^2}{\omega^2 \cdot M^2} \sim \frac{I_L^2}{M^2} \text{ und } N_s \sim \frac{K_s^2 \cdot \omega^2}{D^2} \sim \frac{I_V^2 \cdot \omega^2}{\omega^2 \cdot D^2} \sim \frac{I_V^2}{D^2}.$$

Es zeigt sich also, daß in beiden Fällen die Schalleistung frequenzunabhängig nur vom Quadrat des Betriebsstromes abhängt; die Masse M und die Direktionskraft D sind ja bei jedem Lautsprechersystem konstante Größen. *Ein elastizitätsgehemmter großflächiger Kondensatorlautsprecher ist also ebenso in der Lage, ein breites Frequenzband frequenzunabhängig abzustrahlen, wie ein massengehemmter kleinflächiger dynamischer Lautsprecher.*

Nach dieser groben Übersicht lohnt es sich freilich, die praktische Einhaltung der vorausgesetzten Bedingungen etwas genauer unter die Lupe zu nehmen.

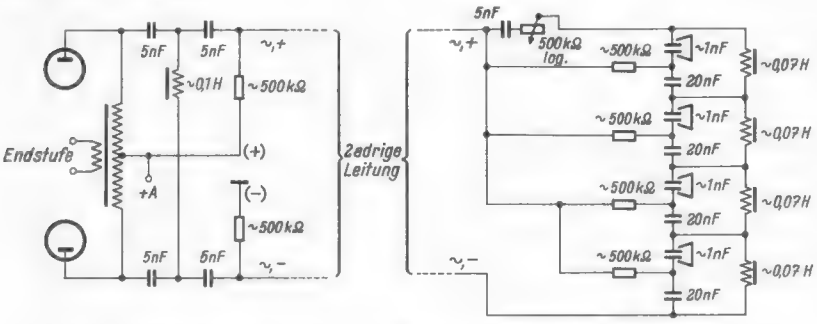


Bild 2. Schaltung einer Hochton-Kondensator-Zusatz-Lautsprecher-Anordnung mit Hintereinanderschaltung für Tonfrequenz- und Parallelschaltung für Gleichvorspannung

Hochtonwiedergabe

Beim elektrodynamischen Lautsprechersystem gilt das quadratische Wachstum des Strahlungswiderstandes mit der Frequenz nur soweit, wie der Umfang der Kreismembran mit dem Radius r, also $2\pi r$, kleiner als die Wellenlänge λ der abgestrahlten Frequenz ist. Ebensoweit gilt dann also auch die frequenzunabhängige abgestrahlte Gesamtleistung; bei üblichen Lautsprechertypen mit etwa 20 cm Durchmesser liegt diese Frequenzgrenze daher schon bei ca. 600 Hz. Darüber fällt die abgestrahlte Gesamtleistung bereits ab, wenn auch in Richtung der Mittelachse der nach vorn geöffneten Konusmembran durch den Bündelungseffekt der Membran der meßbare Schalldruck nicht abnimmt. Nach seitlichen Richtungen ist aber der Energieabfall so stark, daß er die Veranlassung zu der bekannten „3D-Ära" der letzten Jahre bildete und zum Ausgleich weitere Lautsprechersysteme, vorzugsweise als Hochtonzusätze, zur Anwendung kommen ließ.

Als Zusatzlautsprecher für die Hochtonwiedergabe werden heute teils dynamische, teils piezoelektrische Systeme aus Kristallen, teils Kondensatorsysteme mit Gleichvorspannung verwendet. Die erstgenannten besitzen den grundlegenden Nachteil, daß für höchste Frequenzen der Abstand zwischen der Antriebszone an der Schwingspule und dem Membranrand nicht genügend klein zur Wellenlänge der abgestrahlten Frequenz ist, so daß Bündelungseffekte und Membranunterteilungen beim Schwingungsvorgang auftreten; die Frequenzkurve weist damit starke Spitzen und Täler auf, die bei scharfer Ausprägung schon zu hörbaren Laufzeitverzerrungen führen. Die Richtcharakteristik der dynamischen Hochtonsysteme ist stark aufgezipfelt; auch bei Verwendung mehrerer unter verschiedenen Abstrahlwinkeln kombinierter Systeme, z. B. bei bekannten Ausführungen von Hochtonkugeln, entstehen bereits in naher Umgebung Interferenzfelder wie in einem Hallraum, obwohl es sich eigentlich um die Nahzone der direkten Schallabstrahlung handeln sollte.

Die zweite Gruppe der Kristall-Lautsprecher krankt neben ihrer Temperatur- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit daran, daß die verwendeten Kristalle Eigenfrequenzen im Übertragungsbereich besitzen und damit ebenfalls stark bergige Frequenzkurven aufweisen; bei Membran-Ankopplung kommen die Unregelmäßigkeiten der Membranschwingung hinzu.

Nur die dritte Gruppe der reinen Kondensatorzusatzlautsprecher mit genügender Unterteilung der metallisierten Kunststoffmembran-Strahlfläche in viele winzige Einzelschwingsysteme mit oberhalb des Hörfrequenzbereichs liegenden tiefsten Eigenfrequenzen gibt eine wirklich glatte Frequenzkurve und gleichzeitig bei geeigneter Formgebung und Kombination der Einzelflächen auch eine zweckmäßige Richtcharakteristik in Zylinder-, Halbkugel- oder Kugelform. Unter Beachtung der Forderung nach einem hohen Verhältnis von Gleichvorspannung zur Sprechwechselspannung erreicht man bei den sehr kleinen Schwingamplituden für die hohen Frequenzen auch Klirrfaktoren unterhalb der hörbaren Werte. Eine erprobte Schaltung, in der die Kombination mehrerer Einzelsysteme so vorgenommen ist, daß unter Sperrung tiefer Frequenzen die Systeme für die Gleichvorspannung alle parallel liegen, für die Sprechwechselspannung aber in Reihe geschaltet sind, ist in *Bild 2* dargestellt.

Die Fernhaltung der tiefen Frequenzen ist aber hier eine wichtige Voraussetzung, da die Hochtonkondensatorsysteme in der üblichen einfachen Form einer elastischen Kunststoff-Folie auf einem perforierten Blech oder Drahtgitter nur für kleinste Membranauslenkungen gebaut sind. Als Trennfrequenz gegen die dynamischen Tief- und Mitteltonsysteme empfiehlt sich der Bereich um 6 bis 8 kHz. Der darunter liegende Frequenzbereich sollte für beste Wiedergabe nochmals aufgeteilt und für die tiefsten Töne unter etwa 200 bis 300 Hz dynamischen Spezial-Tieftonsystemen zugeführt werden.

Die schon vorher erwähnten großen notwendigen Membran-Amplituden bei ganz tiefen Frequenzen stellen erhebliche Anforderungen an die Linearität der magnetischen Feldverteilung beim dynamischen System und der mechanischen Rückstellfederungen und Membraneinspannungen. Daß bei Verzerrungsmessungen mit reinen tiefen Sinustönen erschreckend hohe Klirrfaktoren in der Größe von 10 bis 50 % festgestellt werden, ist bekannt; zum Glück treten bei der elektroakustischen Übertragung von Sprache und Musik (abgesehen von der elektronischen Musik!) keine tiefen Töne auf, die nicht durch ihren natürlich vorhandenen hohen Obertongehalt über diesen Mißstand hinwegtäuschen.

Beim elektrostatischen System war die große Membranausdehnung relativ zur Wellenlänge eine Grundforderung für frequenzabhängige Leistungsabgabe; vergleicht man die Wellenlänge von fast 7 m bei 50 Hz mit der praktisch wohl selten überschreitbaren Membranfläche von 1 m Seitenlänge, so erkennt man, wie schlecht diese Bedingung für Frequenzen unter etwa 400 Hz einzuhalten ist.

Elektrostatischer Lautsprecher bei tiefen Frequenzen

Besondere Beachtung verdient das Verhalten elektrostatischer Lautsprecher bei den großen Amplituden tiefer Frequenzen. Man wird aus bekannten Gründen nur solche Konstruktionen überhaupt in Betracht ziehen, die symmetrisch aufgebaut sind, also üblicherweise eine schwingende Membranfläche mitten zwischen zwei perforierten festen Außenbelägen besitzen. An solchen Anordnungen entsteht im wechselspannungsmäßig unbeaufschlagten Zustand keine mechanische Vorspannung infolge der elektrischen Polarisationsspannung. Die beiden festen Außenbeläge werden an den einen Pol, z. B. unter Erdpotential, die dazwischen schwingende Membran an den anderen Pol der Gleichspannungsquelle mit der Spannung E angelegt, während die tonfrequente Wechselspannung e im Gegentakt zwischen den Außenbelägen und der Membran als Mittelelektrode liegt.

Die mechanische Antriebskraft K, die flächenmäßig verteilt am Kondensatorlautsprecher angreift, ist für den Fall der zeitlich festen erzwungenen Gleichvorspannung E einem quadratischen Ausdruck proportional, nämlich

$$K \sim \left(\frac{E + \frac{e}{2}}{d_1}\right)^2 - \left(\frac{E - \frac{e}{2}}{d_2}\right)^2.$$

Mit der Änderung der Abstände d_1 und d_2 zwischen Membran und festen Gegenelektroden während des Schwingungsvorganges, hervorgerufen durch die Tonfrequenzspannung e, treten also nichtlineare Verhältnisse auf, die bei gegenüber dem Luftabstand nicht mehr vernachlässigbar kleinen Amplituden als Klirrfaktor erscheinen. Der physikalische Grund ist, daß bei Annäherung elektrisch auf verschiedenem Potential befindlicher Flächen die mechanische Anziehungskraft quadratisch ansteigt, wenn sich der Abstand linear verkleinert. Wenn man aber dafür sorgt, daß die elektrische Potentialdifferenz mit kleiner werdendem Abstand fällt, kann man den Vorgang linearisieren. Die einfachste Möglichkeit hierzu bietet die elektrische Aufladung auf eine bestimmte Spannung und die nachträgliche Abschaltung von der Spannungsquelle, wobei natürlich beliebig gute Isolation zwischen den Belägen vorausgesetzt werden muß. Dann ist die durch die Anlegung der Spannungsquelle E an das System im Ruheabstand $d_{01} = d_{02}$ gelangte Ladung Q festgelegt, und sie ändert sich auch bei Bewegung nicht, so daß z. B. bei Annäherung der Belege wegen der Vergrößerung der gegenseitigen Kapazität C die Vorspannung fällt: $E = \frac{Q}{C}$. Mit der fallenden Polarisationsspannung wird dem vorher quadratischen Wachstum der Anziehungskräfte ein linearisierendes Gegengewicht geboten. Die Anziehungskraft K ist nun der Ladung und der Tonwechselspannung direkt proportional:

$$K \sim \frac{Q \cdot e}{d_1 + d_2}.$$

Ein für die Praxis ausreichendes Abschalten der Polarisationsquelle geschieht durch Zwischenschalten eines hohen ohmschen Ladewider-

standes R vor die Kapazität C_0 des Lautsprechers, die sich aus den beiden Teilkapazitäten der Lautsprecherhälften mit den Abständen d_1 und d_2 zusammensetzt. Wenn die aus dem Vorwiderstand R und der Lautsprecherkapazität C_0 gebildete Zeitkonstante $R \cdot C_0$ genügend lang gegen die Periodendauer der Schwingungsbewegung bei der tiefsten zu verarbeitenden Frequenz ist, ändert sich während der Bewegungsperiode die Ladung praktisch nicht[6]), obwohl der nach einiger Zeit durch Isolationsverluste auftretende Spannungsabfall in seinem Gleichstrom-Mittelwert durch die hochohmige Verbindung mit der Polarisationsspannungsquelle ausgeglichen werden kann. Diese Methode des Betriebes von Kondensatorlautsprechern „mit konstanter Ladung" ist also Voraussetzung für die Verwendung bei tiefen Frequenzen mit ihren größeren Amplituden. Praktische Messungen haben bestätigt, daß selbst bei Abstandsänderungen der Beläge um ca. 25 % die Klirrfaktoren k_2, k_3 usw. stets unter 0,5 % bei Frequenzen bis 150 Hz herunter blieben, ohne daß die Polarisationsspannung unvernünftig hohe Werte (mehr als 500 V) annehmen mußte. Vom Standpunkt der Linearität aus stehen also der Anwendung von elektrostatischen Lautsprechern auch bei tieferen Frequenzen keine grundsätzlichen Hindernisse im Wege.

Eine praktische Ausführung eines elektrostatischen Lautsprechers für ein breites Frequenzgebiet ist in Bild 3 gezeigt; die Überlegungen, die zu dieser Entwicklung führten, sollen an Hand der schon unter [3]) genannten Veröffentlichungen später näher erörtert werden, wobei besonders das Verhältnis von übertragener Bandbreite und Wirkungsgrad, weiter Fragen der Luftbelastung der bewegten Kondensatormembran, Betrachtungen zur Auswahl zweckmäßiger Gehäuseformen und schließlich Gesichtspunkte für die Zusammenstellung mehrerer Teilsysteme und ihr Zusammenarbeiten mit dem umgebenden Strahlungsraum berücksichtigt werden müssen.

Konstante Ausgangsspannung am Verstärker

Im ersten Teil der Betrachtungen über die Verwendung von Kondensatorlautsprechern auch für die Tieftonwiedergabe wurden Vergleiche mit dem dynamischen Arbeitsprinzip in Form der tiefabgestimmten Konuslautsprecher gezogen und dabei festgestellt, daß in beiden Fällen bei konstantem Strom durch die Lautsprecher unabhängig von der Frequenz eine konstante akustische Abstrahlleistung erzielt werden kann. Voraussetzung war dabei für den dynamischen Lautsprecher die Kleinheit der Membran gegenüber der abgestrahlten Wellenlänge, beim Kondensatorlautsprecher dagegen die relative Größe der bewegten Membranfläche.

Für die Praxis ist es aber nun etwas abwegig, von einem konstanten Lautsprecherstrom auszugehen, weil normalerweise die Verhältnisse viel eher einen Betrieb mit konstanter am Verstärkerausgang zur Verfügung stehender Spannung gestatten.

Anpassungsvergleich zwischen dynamischen und statischen Lautsprechern

Der ohmsche Schwingspulenwiderstand des dynamischen Lautsprecherantriebs stellt auf der elektrischen Seite, vom Verstärker aus gesehen, den Hauptanteil der Lautsprecherimpedanz dar (meist ca. 80 %). Das rührt davon her, daß bei tiefen Frequenzen der akustische Strahlungswiderstand noch sehr klein ist und damit auch auf der elektrischen Seite nur ein kleiner Anteil ohmscher Wirkkomponente rückwirkend den Verstärker belastet; bei hohen Frequenzen steigt zwar der Strahlungswiderstand stark an, aber die Geschwindigkeit der mechanischen Membranbewegung wird durch die Massenhemmung des Schwingsystems so klein gehalten, daß wiederum der Umsetzungswirkungsgrad klein bleibt und damit wieder auf der elektrischen Seite nur ein kleiner Anteil ohmschen Widerstandes als Strahlungsrückwirkung erscheint. Auf der akustischen Seite ist also das dynamische Schwingsystem stets schlecht an den Luftraum angepaßt, der Gesamtwirkungsgrad bleibt klein. Die elektrische Anpassung der Schwingspule an den Verstärker ist daher vorwiegend auf den ohmschen Verlustwiderstand der Spule abgestellt und damit einwandfrei durchzuführen. Das Überwiegen des Verlustwiderstandes auf der elektrischen Seite hat nun zur Folge, daß die Forderung nach konstantem Lautsprecherstrom (Wirkleitungsstrom in der Schwingspule) gleichzeitig in erster Näherung mit dem Vorhandensein konstanter Spannung an den Lautsprecherklemmen zusammenfällt. Konstante frequenzunabhängige Verstärkerausgangsspannung erfüllt also in Annäherung ebenfalls die Voraussetzungen für die Abstrahlung konstanter akustischer Leistung beim dynamischen Lautsprecher.

Grundsätzlich anders liegen die Verhältnisse bei elektrostatischen Lautsprechersystemen. Hier ist die Anpassung der Membranfläche an die umgebende Luft sehr gut; durch die geringe Masse der Membran pro Flächeneinheit relativ zur Luftbelastung ist die Membranmasse praktisch stets zu vernachlässigen, zumal ja an jedem Flächenelement auch die Antriebskraft direkt angreift und keinerlei zusätzliche Massen am Schwingsystem zur Antriebskraftübertragung und -Weiterleitung benötigt werden. Bezüglich der bewegten Massen verhält sich das

[6]) F. V. Hunt, Electroacustics, Kap. 6; Publ. J. Wiley & Sons.

Bild 3. Elektrostatischer Großflächenlautsprecher nach P. J. Walker und D. T. N. Williamson (Acoustical Manufacturing Co., Ltd.)

Kondensatorsystem also praktisch wie ein gänzlich massefreies System, etwa das Ionophon; die praktische Schwierigkeit liegt hier vielmehr auf der elektrischen Seite, nämlich bei der elektrischen Anpassung des Verstärkerausgangs an die elektrisch nahezu rein kapazitive Impedanz des Lautsprechers. Der Strahlungswiderstand ist zwar angenehm hoch (nahe dem Wellenwiderstand der Luft in der Größe des Produktes ϱ = Massendichte der Luft mal c = Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen in Luft), aber er ist durch die davorgeschaltete Kapazität als elektrische, noch dazu frequenzabhängige Impedanz des Kondensatorlautsprechers dem direkten Zugriff entrückt.

Der Leistungs-Frequenzgang des statischen Lautsprechers unter praktischen Verhältnissen

Hat man nun, was als Normalfall angenommen werden kann, am Verstärkerausgang konstante Spannung U zur Verfügung, so ist die mechanische Antriebskraft am Kondensatorlautsprecher K_s, die gemäß den Betrachtungen im ersten Teil proportional zu $\frac{I_V}{\omega}$ verläuft, wegen des kapazitiven Lautsprecherwiderstandes

$$K_s \sim \frac{U \cdot \omega C}{\omega} \sim U$$

zu setzen. Damit ist also die Antriebskraft bei konstanter angelegter Spannung am Kondensatorlautsprecher konstant und frequenzunabhängig und würde bei Hochabstimmung, d. h. überwiegend rückstellkraftgehemmter Membran zu einer mit der Frequenz ω steigenden Membrangeschwindigkeit $V_H \sim \frac{U \cdot \omega}{D}$ führen. Da bei groß zur Wellenlänge angenommener Membran der Strahlungswiderstand Z_r konstant ist, wäre die abgestrahlte Schalleistung

$$N \sim V_H^2 \cdot Z_r \sim \omega^2.$$

Tatsächlich tritt nun aber hier ein Kompensationseffekt durch die Massenhemmung der bewegten Luft ein, die beim dynamischen Lautsprecher vernachlässigbar gegen die Massenhemmung des mechanischen Schwingsystems war und dort nur beim Weglassen der Schallwand um die Konusmembran herum wirksam wurde (nämlich durch Proportionalität von $Z_r \sim \omega^4$ bei tiefen Frequenzen ohne Verhinderung des akustischen Kurzschlusses).

Beim Kondensatorlautsprecher steigt die hier nicht mehr vernachlässigbare Massenhemmung der Luft, ausgedrückt als Impedanz pro Flächenelement der antreibenden Membran, für relativ zur Schallwellenlänge λ kleine Membranen mit der Frequenz proportional an, um nach einem Umkehrpunkt an der Stelle, an der $\frac{\pi d}{\lambda} = 1$ wird (d = Durchmesser der Membran), wieder mit $\frac{1}{\omega}$ abzufallen.

Unterhalb des Umkehrpunktes, also bei relativ zur Wellenlänge λ kleinen Membranen, verläuft der mit der Frequenz steigende Impedanzwert der Luftmassenhemmung so weit oberhalb der mit steigender Frequenz fallenden Impedanz der Membranrückstellkraft, daß er allein für die Membrangeschwindigkeit maßgeblich wird: die Rückstellkraft durch die Membransteife wird durch die Luftmassenhemmung überdeckt, das Kondensatorsystem arbeitet luftmassengehemmt ähnlich wie ein mechanisch massengehemmtes dynamisches tiefabgestimmtes System; zusammen mit dem für kleine Membranen steigenden Strahlungswiderstand Z_r ergibt sich konstante abgestrahlte

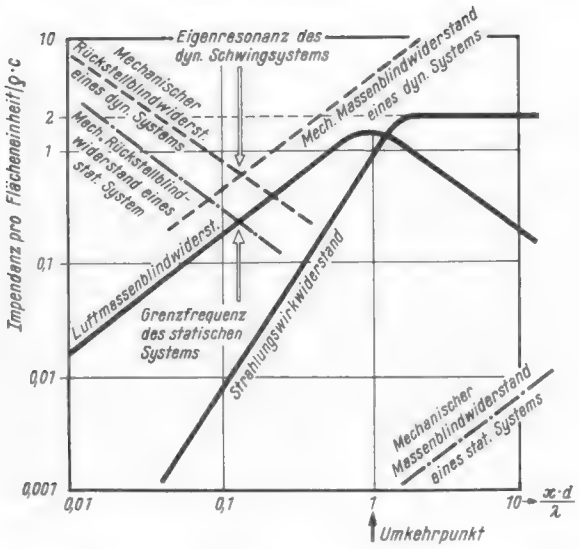


Bild 4. Angenäherte Frequenzverläufe für die Impedanzwerte der Strahlung, der Massen- und der Rückstellhemmungen bei Membranen mit dynamischem und elektrostatischem Antrieb

akustische Leistung. Nur bei ganz tiefen Frequenzen, bei denen die Lufthemmungsimpedanz kleiner wird als die Membranrückstellkraft, sinkt die abgestrahlte Leistung quadratisch mit kleiner werdender Frequenz; dem Falle der Eigenresonanz des Schwingsystems beim dynamischen Lautsprecher entspricht also beim Kondensatorlautsprecher die „Resonanz" zwischen bewegter Luftmasse und Membranrückstellkraft. Für Frequenzen oberhalb des Umkehrpunktes $\pi \cdot d = \lambda$ liegt der Wert der (ohmschen) Strahlungsimpedanz so hoch über der elastischen Rückstellkraft der Kondensatormembran, daß hier die konstante Dämpfungshemmung der Abstrahlung wiederum eine konstante Membrangeschwindigkeit erzwingt; da auch die Luftmassenhemmung oberhalb des Umkehrpunktes mit $\frac{1}{\omega}$ abfällt, spielt sie ebenfalls keine Rolle. Der Verlauf der hier betrachteten Impedanzgrößen mit der Frequenz ist in **Bild 4** gezeigt.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich bei frequenzunabhängiger angelegter Spannung an den Klemmen des Kondensatorlautsprechers wegen des Zusammenhanges $N \sim V^2 \cdot Z_r$ unterhalb des Umkehrpunktes konstante abgestrahlte Leistung N, und zwar wegen der Kompensation der infolge der zunehmenden Luftmassenhemmung fallenden Membrangeschwindigkeit V gegen den quadratisch steigenden Strahlungswiderstand Z_r; oberhalb des Umkehrpunktes erhält man ebenfalls konstante abgestrahlte Leistung N, und zwar diesmal wegen der durch ohmsche Strahlungshemmung konstanten Membrangeschwindigkeit V in Verbindung mit dem hier konstanten Strahlungswiderstand Z_r. Ob die beiden frequenzunabhängigen Leistungspegel unterhalb und oberhalb des Umkehrpunktes allerdings größenmäßig dieselben sind, geht aus diesen Überlegungen noch nicht hervor. Die zahlenmäßige Einsetzung der bestimmenden Werte für die Impedanz der Luftmassenhemmung und die Größe des Strahlungswiderstandes, die hier nicht im einzelnen durchgeführt werden soll, ergibt, daß bei kreisförmigen Membranflächen gemäß Bild 4 tatsächlich in der Nähe des Umkehrpunktes ein Pegelsprung in der Größe 1 : 2 (entsprechend 3 dB in der Leistung) auftritt.

Bei Abweichungen der Membrangestalt von der Kreisform ändern sich die relativen Verläufe des Luftmassenblindwiderstandes und des Strahlungswiderstandes, so daß der Pegelsprung vermieden werden kann. So ist z. B. der Strahlungswiderstand pro Flächeneinheit vom Produkt der beiden Ausdehnungsrichtungen der Membran, also von der Flächengröße abhängig, während der Massenhemmungswiderstand von der kleineren Dimension der Membran, etwa von der Breite eines gegen die Wellenlänge langen Streifens, abhängt. Geht man also von der Kreis- oder kreisähnlichen Form der wirksamen Membranfläche, wie sie beim dynamischen Lautsprecher durch mechanische Forderungen nahegelegt wird, ab und wählt langgezogene Membranformen, etwa rechteckige Bänder, so kann der Pegelsprung vermieden werden und man erhält einen durchgehend konstanten Frequenzgang bei angelegter konstanter Spannung über den ganzen Frequenzbereich oberhalb und unterhalb des „Umkehrpunktes".

Unterhalb der Grenzfrequenz des Kondensatorlautsprechers, an der der Luftmassenblindwiderstand und der mechanische Rückstellblindwiderstand ihre „Resonanz" bilden, fällt der Wiedergabepegel mit 6 dB pro Oktave ab. Leider kann man die Rückstellkraft der Kondensatormembran nicht so gering machen, daß diese Grenzfrequenz ganz aus dem Übertragungsbereich nach unten herausfällt. Die Membransteife muß ja die Membran gegen die mit der Gleichvorspannung zwangsläufig verbundenen Kraftwirkungen stabilisieren, die sonst unter Umständen zur Berührung der Kondensatorelektroden (Anklatschen) führen. Die notwendige Steifheit bzw. Rückstellung der Membran, die Höhe der Polarisationsgleichspannung und der Plattenabstand sind voneinander abhängig. Der letztere ist seinerseits wieder für die elektrische Kapazität des Kondensatorlautsprechers maßgeblich und legt damit den Scheinwiderstand fest, der bei einer gewählten Anpassungsfrequenz am Verstärker wirksam wird. Wenn dieser Scheinwiderstand dem Innenwiderstand des Verstärkers entspricht, herrscht optimale Anpassung, d. h. es wird maximale Ausgangsleistung des Verstärkers in den Lautsprecher geliefert. Wegen des mit der Frequenz abnehmenden Scheinwiderstandes eines Kondensators ist also die optimale Anpassung nur jeweils am hochfrequenten Ende des zu übertragenden Frequenzbandes richtig herzustellen; bei tieferen Frequenzen kann zwar dann die konstante Spannung am Kondensatorlautsprecher ohne weiteres aufrechterhalten werden, leistungsmäßig sind die Anpassungsverhältnisse aber ungünstig.

Die für die Wiedergabe erzielbare Bandbreite ist also nach unten durch die Grenzfrequenz infolge der Membransteife und nach oben durch den Anpassungszwang an den Verstärker begrenzt. Die mechanische Begrenzung durch die Membranmassenhemmung am oberen Frequenzende, die ebenso wie die Anpassungsbegrenzung nach oben einen Pegelabfall von 6 dB pro Oktave bewirken würde, setzt erst so weit oberhalb der Anpassungsgrenze ein, auch wenn letztere auf die höchsten Hörfrequenzen gelegt wird, daß sie in keinem Fall berücksichtigt zu werden braucht.

Wie schon aus den früheren Vergleichen hervorgeht, liegt beim dynamischen System bequeme elektrische Anpassung bei schlechtem akustischem Umsetzungswirkungsgrad vor, während beim elektrostatischen Kondensatorlautsprecher der mechanisch-akustische Wirkungsgrad sehr hoch liegt, wegen der ungünstigen elektrischen Anpassungsmöglichkeiten (Kondensatorblindstrom) aber nicht ausgenützt werden kann. Daher wird zwangsläufig Wirkleistung des Verstärkers in ohmschen Widerständen vernichtet, die z. B. in den Anpassungsschaltungen enthalten sind. Es hat sich eingebürgert, bei der Anpassung von Lautsprechern, insbesondere von Kondensatorsystemen, den Begriff des Scheinleistungswirkungsgrades oder kurz Scheinwirkungsgrades zu verwenden, der das Verhältnis der akustischen Strahlungsleistung zum Produkt der an den Lautsprecherklemmen liegenden Spannung und des einfließenden Stromes darstellt.

(Fortsetzung folgt)

Funktechnische Fachliteratur

Das Tonbandgerät im Schulunterricht

Von Hans Detlefsen. 74 Seiten. Preis: kart. 3.– DM. Eckart-Verlag, Hamburg.

Anwendungsmöglichkeiten und methodische Anregungen für den Gebrauch des Tonbandgerätes in den Unterrichtsfächern der Volks-, Mittel- und Höheren Schule will dieses Bändchen vermitteln, um so zu vermeiden, daß das Tonbandgerät unbeachtet im Schrank verstaubt, wie es manchen technischen Hilfsmitteln an der Schule gehen mag. Dabei kommt es dem Verfasser gerade auch darauf an, das technische Interesse der Lernenden an einer Neuerung zugleich für die Aufnahme des Lehrstoffes auszunutzen, und damit auch einen pädagogischen Gewinn zu erzielen. Wie dies für die einzelnen Unterrichtsfächer zu machen ist, wird also ebenso dargelegt, wie der Umgang mit dem Gerät überhaupt. An dem vollständigen Unterrichtsprotokoll einer Tonbandstunde in Deutsch wird die Praxis bis ins Detail erörtert.

DIN Normblatt-Verzeichnis 1957

Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß (DNA). 424 Seiten. Preis kart. 10.– DM. Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin W 15, Köln.

10 000 deutsche Normen und Norm-Entwürfe sind zur Zeit erschienen und in diesem Verzeichnis zusammengefaßt, allein 300 Normen und 450 Norm-Entwürfe mehr als in der letztjährigen Ausgabe, hierzu kommen noch 375 Überarbeitungen und Neuausgaben. Zurückziehungen sind ebenso vermerkt wie Normen, für die Übersetzungen in fremde Sprachen vorliegen. Die Neuordnung des Sachteiles erfolgte nach den international empfohlenen Richtlinien des ‚Comittee for Index Cards for Standards' (CICS); die Neuordnung der Fachgebiete richtet sich unter Beibehaltung der Dezimalklassifikation nach bibliothekarischen Gesichtspunkten. Gruppenüberschriften erscheinen dreisprachig, ein Nummern- und ein ausführliches Stichwort-Verzeichnis erleichtern das Aufsuchen. Damit ist dieses neue Verzeichnis wieder ein unentbehrliches und wirklich aufschlußreiches Hilfsmittel geworden.

Kunststoff-Taschenbuch

Von Dr. Hj. Saechtling und Dipl.-Ing. W. Zebrowski. 13. Ausgabe, 1957. 414 Seiten (ohne Anzeigenteil). Preis: In Mipolam gebunden 14.– DM. Carl Hanser Verlag, München.

Ohne ein umfassendes Kompendium ist bei der fast täglich wachsenden Zahl von Kunststoffen nicht mehr auszukommen. Deren immer breitere Anwendung aber läßt gleichzeitig kaum ein Fachgebiet mehr unberührt, so daß die Notwendigkeit einer übersichtlichen Information für jeden entstehen kann, der mit der Technik und der Wirtschaft zu tun hat. Beide Gründe haben beigetragen, daß nach nur knapp einem Jahr bereits eine neue Auflage dieses Taschenbuches notwendig wurde. In ihr wurden die Angaben über Normung und Typisierung sowie die Richtwerttafeln, die durch Übersichtstafeln für die Wasserdampfdurchlässigkeit von Kunststoffen und ihre Schlagzähigkeit bei tiefen Temperaturen ergänzt sind, auf den letzten Stand gebracht; das Verzeichnis der Handelsnamen wurde von veralteten Namen befreit und um zahlreiche neue bereichert.

Die Modulationskontrolle im Amateursender

Die Notwendigkeit der Modulationskontrolle - Praktisch erprobte Verfahren

Viele Amateurstationen mit schlechter Modulation erbitten von ihren Partnern einen ausführlichen Modulationsrapport, weil sie selbst nicht sicher sind, ob die Qualität ihrer Aussendung brauchbar ist. Für den Kurzwellenamateur bedeutet es aber eine schlechte Visitenkarte, wenn er mit einer mangelhaften Modulation „in die Luft" geht.

Nachstehend soll gezeigt werden, wie jeder Amateur mit nicht zu großem Aufwand die Wiedergabequalität seiner Station selbst feststellen und überwachen kann. Am einfachsten ist es, die eigene Sendung über einen Empfänger abzuhören, wie es auch bei der Kontrolle der Rundfunksender üblich ist. Weil der Amateur dabei gleichzeitig das Mikrofon bespricht und die Kontrolle vorzunehmen hat, muß die Sprachmodulation im Kopfhörer beobachtet werden; bei Verwendung eines Lautsprechers würde akustische Rückkopplung eintreten. Nur Schallplattenmusik darf über den Lautsprecher abgehört werden. Die Umschaltung kann automatisch vorgenommen werden; ein Mikrofonregler mit Ausschalter unterbricht beim Aufdrehen die Lautsprecherzuführung

Der Abhörempfänger

Als Abhörempfänger genügt ein Einkreiser mit Germaniumdiode gemäß *Bild 1*. Ein Drehkondensator von 100 pF bestreicht mit nur einmaliger Spulenumschaltung sämtliche Amateurbänder. Meist sind nicht einmal Antennen- und Erdanschluß nötig, denn die Lautstärke im Kopfhörer ist mehr als aus-

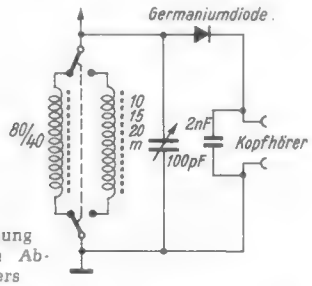


Bild 1. Schaltung eines einfachen Abhörempfängers

reichend. Durch das Abhören der Sendung mit diesem Empfänger läßt sich die Modulationsqualität noch gut beurteilen, und außerdem lassen sich unzulässige Verzerrungen durch Übersteuerung des Nf-Verstärkers, zu großer Modulationsgrad oder ungünstige Arbeitsbedingungen in der Sender-Endstufe erkennen. Es muß dabei bedacht werden, daß die meisten Amateure die Sendungen der Gegenstelle aus Gründen der Trennschärfe mit schmalbandigen Empfängern abhören. Infolgedessen fehlen die hohen Tonlagen, und die Sprache klingt dumpf. Eine senderseitige Entzerrung muß daher das akustische Gleichgewicht wieder herstellen. Wer als Amateur von Natur aus eine tiefe Stimmlage hat, sollte die niedrigen Frequenzen noch mehr beschneiden. Zu diesem Zweck wird der Wert eines Kopplungskondensators im Mikrofonvorverstärker entsprechend niedriger gewählt. Diese Entzerrung durch Serienschaltung des normalen und des Entzerrungs-Kondensators soll abschaltbar sein, damit bei Musikübertragungen das gesamte Tonfrequenzband verstärkt wird. In einem solchen Falle benutzt man einen Mikrofonregler mit Zug-Druckschalter (*Bild 2*). Durch Betätigen des Schalters kann die Sprachentzerrung auf einfache Weise außer Funktion gebracht werden.

Modulationskontrolle mit Tongenerator und Oszillograf

Die zuverlässigste Modulationskontrolle erlauben jedoch Oszillograf und Tongenerator. Nach der Einpegelung wird der Modu-

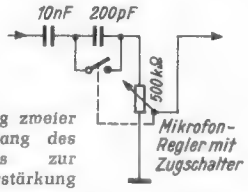


Bild 2. Serienschaltung zweier Kapazitäten im Eingang des Modulationsverstärkers zur Verminderung der Verstärkung der tiefen Tonfrequenzen

lationsgrad während der Sendung mit einem Aussteuerungsmesser überwacht und die Wiedergabequalität durch Abhören kontrolliert. Zu diesem Zweck legt man an den Verstärkereingang eine sinusförmige Frequenz von 800...1000 Hz. Als sehr zweckmäßig hat sich der Einbau eines einfachen Tongenerators (*Bild 3*) in den Modulationsverstärker erwiesen, wobei es weniger auf die genaue Einhaltung der genannten Frequenz als vielmehr auf eine saubere, sinusförmige Kurve der Tonfrequenz ankommt.

Die Hochfrequenz des Senders wird direkt auf die senkrechten Platten der Oszillografenröhre gegeben. Man kann die Frequenz dem Leistungs-Kreis über eine Koppelspule entnehmen oder über eine sehr kleine Kapazität (0,5 bis 2 pF) von der Antenne abnehmen, wobei ein auf die Sendefrequenz abgestimmter Kreis an den Meßplatten der Oszillografenröhre liegt. Nach Einstellen einer Kippfrequenz von 200 bis 400 Hz wird bei unmoduliertem Sender die *Umhüllende* sichtbar (*Bild 4a*). Sobald der Meßton dem Modulationsverstärker zugeführt wird, erscheint die Umhüllende je nach Modulationsgrad mehr oder weniger stark sinusförmig eingedrückt (*Bild 4b*). Bei m = 100% erreichen die Einbuchtungen die Mittellinie (*Bild 4c*), während Übermodulation durch Striche zwischen den Kurvenzügen angezeigt wird (*Bild 4d*). Bei Übersteuerung des Modulationsverstärkers, ungünstig gewählten Arbeitsbedingungen in der Leistungsstufe oder verkehrter Antennenanpassung treten Verformungen der sonst sinusförmigen Kurvenzüge ein (*Bild 4e*). Es muß dann zuerst kontrolliert werden, ob bei dieser Einstellung nicht bereits der Modulationsverstärker übersteuert ist. Man gibt zu diesem Zweck bei eingeschaltetem Sender statt der Hf-Spannung die Nf-Spannung von der Sekundärseite des Modulationstransformators (wichtig!) auf die senkrechten Platten der Oszillografenröhre. Bei Gittermodulation kann die Nf-Spannung mitunter zu niedrig sein, so daß man sie noch über den Oszillografenverstärker führen muß, während bei Anodenmodulation manchmal eine Reduzierung durch einen Spannungsteiler notwendig ist. Man kann sich leicht von der verzerrungsfreien Ausstrahlung überzeugen, wenn man zunächst einmal die sinusförmige 800-Hz-Tonfrequenz von der Sekundärseite des Modulationsübertragers und dann die vom Abhörempfänger abgegebene Tonfrequenz auf den Oszillografen schaltet. Einwandfreie Modulation erzeugt gleiche Kurven.

Statt der Umhüllenden kann man auch das *Modulationstrapez* betrachten; es kommt dann in Frage, wenn der Oszillograf kein Kippgerät enthält. Viele Amateure bauen sich nämlich einen einfachen Oszillografen dieser Art zur Übersteuerungskontrolle direkt in den Sender ein. Beim Modulationstrapez wird, wie vorher beschrieben, die Hochfrequenz ebenfalls an die senkrechten Platten gelegt, während den waagerechten statt einer Kippfrequenz die Nf-Modulationsspannung zugeführt wird. Bei unmoduliertem Sender steht auf dem Bildschirm ein senkrechter Strich (*Bild 5a*), während bei Modulation ein mehr oder weniger langes Trapez (*Bild 5b*) erscheint, das bei m = 100% zu

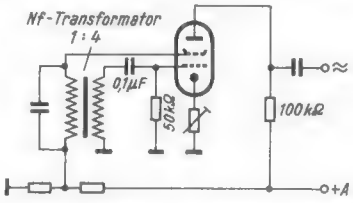


Bild 3. Einfacher Tongenerator für 800...1000 Hz

einem Dreieck wird (*Bild 5c*) und bei Übermodulation in einen Strich ausläuft (*Bild 5d*). Verzerrungen äußern sich durch verbogene Linien des Trapezes bzw. Dreiecks (*Bild 5e*).

Aussteuerungsanzeige

Streng genommen ist eine einwandfreie Modulationsbeurteilung nur bei Verwendung eines Meßtones möglich, denn bei Sprache und Musik ändern sich laufend Größe und Form des Modulationstrapezes bzw. der Umhüllenden. Bei einiger Übung bleibt aber der Modulationsgrad noch erkennbar. Einfacher ist das Einhalten des maximal zulässigen Modulationsgrades nach dem Einpegeln mit einem Aussteuerungsmesser zu überwachen. Die billigste Vorrichtung dieser Art ist das Magische Auge oder der Magische Fächer. Man findet beide in den Tonbandgeräten, zumal die zugehörige Schaltung nur wenige Einzelteile erfordert (*Bild 6*).

Eine besonders gute Aussteuerungsüberwachung ist mit dem neuen „Magischen Band" (EM 840) von Lorenz möglich. Seine thermometerartige Anzeige liefert ein klares und übersichtliches Bild. Der Kontrast ist erheblich größer als bei der Röhre EM 85. Er kann durch Verwendung von Farbfiltern

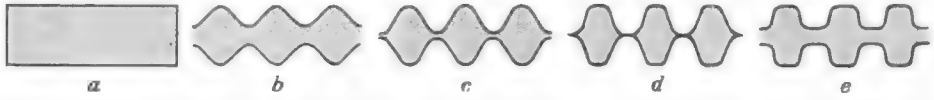


Bild 4. Die „Umhüllende" bei verschiedenen Modulationsgraden: a ohne Modulation, b Modulationsgrad m = 50 %, c Modulationsgrad fast 100 %, d = Übermodulation, e = verzerrte Sendung

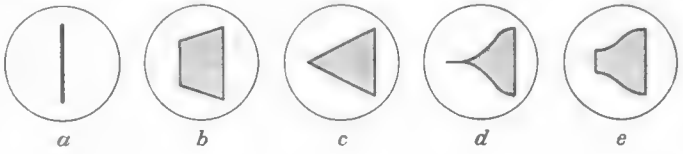


Bild 5. Das „Modulationstrapez" bei verschiedenen Modulationsgraden (a bis e entsprechen Bild 4)

weiter verbessert werden; das wirkt sich bei starkem Raumlicht oder Tageslicht günstig aus. Etwa Dreiviertel der Länge des Leuchtbandes – der normale Aussteuerungsbereich also – werden mit transparenter blauer Folie abgedeckt und der Rest – das

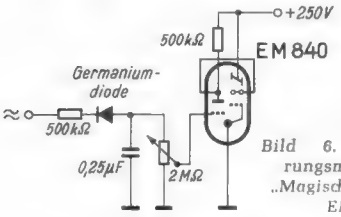


Bild 6. Aussteuerungsmesser mit „Magischem Band" EM 840

ist der Übersteuerungsbereich – mit gelber Folie. Durch den großen Kontrast der beiden Farben werden Übersteuerungen besonders augenfällig angezeigt *(Bild 7)*. Die Tonfrequenzspannung für den Aussteuerungsmesser mit Anzeigeröhre wird an einer Stelle im Modulationsverstärker abgegriffen, die bei hundertprozentiger Senderaussteuerung etwa 25 Volt zur Verfügung stellt. Die genaue Einpegelung erfolgt mit dem Eingangsregler.

Man kann auch zur Aussteuerungskontrolle ein Wechselstromvoltmeter an den Verstärkerausgang legen, jedoch dürfte dessen Zeiger unruhig zappeln und die Beurteilung des Modulationsgrades ähnlich wie bei Verwendung des Oszillografen erschweren. Durch geeignete Schaltungen läßt sich aber erreichen, daß das Meßinstrument zum Impulsmesser wird, starke Aussteuerungsspitzen richtig anzeigt und den Zeiger langsam und gedämpft in die Ruhelage zurückgehen läßt. Beim Verfasser hat sich der im RADIO-MAGAZIN 1953, Heft 2, Seite 48, beschriebene „Einfache Aussteuerungsanzeiger" gemäß der Schaltung in *Bild 8* gut bewährt. Bei voll aufgedrehtem Regler wird eine Nf-Spannung von nur 1 Volt für Vollausschlag benötigt. Auch die Studios der Rundfunkanstalten verwenden für ihre Aussteuerungsmesser ähnliche Schaltungen. Das Meßinstrument ist kopfstehend *(Bild 9)* zu montieren, damit der Zeiger nach rechts ausschlägt.

Sender-Einpegelung

Dem Modulationsverstärker wird, wie vorher beschrieben, der Meßton zugeführt; der Verstärkungsgradregler wird aufgedreht, bis sich auf der Oszillografenröhre die bereits geschilderten Verzerrungen durch zu hohen Modulationsgrad bemerkbar machen. Damit ist der zulässige Aussteuerungsgrad des

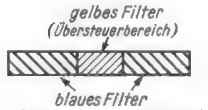


Bild 7. Beispiel für das Färben der Anzeige bei der Röhre EM 840

Senders erreicht. Bei zugedrehtem Eingangsregler R 1 des Aussteuerungsmessers nach Bild 8 wird zunächst der Regler R 2 auf Vollausschlag des Instrumentes (Zeiger ganz links) gedreht. Alsdann wird das Potentiometer R 1 soweit aufgedreht, bis der Zeiger etwa 80 % der Skaleneinteilung nach rechts durchlaufen hat; das ist die maximale Aussteuerungsgrenze. Diesen Punkt sowie den ganzen Übersteuerungsbereich kann man auf der Skala durch einen breiten roten Strich markieren; auch kann man den Aussteuerungsbereich der Skala in dB eichen. Sinngemäß ist bei den Aussteuerungsmessern mit Anzeigeröhren zu verfahren. Die volle Aussteuerung wird hier jedoch bei ganz geöffnetem Indikator angezeigt; die Markierung bei Verwendung der EM 840 wurde bereits beschrieben.

Damit wäre das Einpegeln beendet und Tongenerator und Oszillograf dürfen abgeschaltet werden. Während des Sendebetriebes braucht jetzt – neben der akustischen Abhörkontrolle – nur noch darauf geachtet zu werden, daß die zulässige Grenze im Aussteuerungsmesser nicht überschritten wird. Bei Bandwechsel oder Benutzung einer anderen Sendeantenne muß allerdings neu eingepegelt werden.

Überprüfung des Senders auf unerwünschte Frequenzmodulation

Vielfach werden Amateursender mit Amplitudenmodulation beobachtet, deren Träger unstabil sind, also eine unerwünschte Frequenzmodulation aufweisen. Die sicherste Kontrolle darüber, ob FM auftritt, ist durch den Rapport einer Gegenstation zu erreichen. Der Kontrollierende schaltet den zweiten Überlagerer seines Empfängers ein und stimmt diesen auf Schwebungsnull ab. Solange der zulässige Modulationsgrad des Senders nicht überschritten wird, darf kein Überlagerungston zu hören sein. Oft ist aber der Hub gering und der Schwebungston nur schlecht erkennbar, weil ja auch der Nf-Ver-

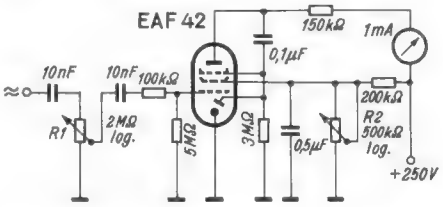


Bild 8. Schaltung eines Aussteuerungsmessers

stärker und der Kopfhörer die niedrigen Frequenzen nicht wiedergibt. In diesem Fall wird der Telegrafieüberlagerer auf eine Frequenz von etwa 800 Hz eingestellt, so daß Frequenzschwankungen des zu beobachtenden Senders von 10...50 Hertz noch gut zu erkennen sind. Bei diesem Versuch ist es vorteilhaft, den Sender mit einer konstanten Frequenz von 3 bis 4 kHz anstatt mit Sprache zu modulieren. Zwar ist dann – sofern eine unerwünschte FM vorliegt – dieser Meßton neben dem Schwebungston zu hören, aber man hat doch eine bessere Kontrollmöglichkeit und kann leichter feststellen, bei welchem Aussteuerungsgrad der Träger des Senders unstabil wird.

Diese Prüfung kann an sich auch mit dem eigenen Empfänger erfolgen, jedoch besteht dabei die Gefahr, daß der Überlagerer vom Sender moduliert wird und somit eine Frequenzmodulation vortäuscht, die u. U. nicht vorhanden ist. Auf jeden Falle empfiehlt es sich, den Antenneneingang des eigenen Empfängers mit Masse zu verbinden.

Überwachung der Schmalbandfrequenzmodulation

Viele Amateure arbeiten heute zur Vermeidung von Rundfunkstörungen mit Schmalbandfrequenzmodulation. Hier muß kontrolliert werden, ob eine einwandfreie Frequenzmodulation mit symmetrischem Hub vorliegt und ob der Hub die zulässige Größe nicht übersteigt. Die einfachste Kontrolle ist folgende: man frequenzmoduliert den Sender ohne Endstufe mit einem Ton von 800 Hz und hört diesen mit dem Kurzwellenempfänger ab. Bei der Abstimmung mit dem Bandkondensator müssen dann zwei dicht nebeneinander liegende Empfangsmaxima festgestellt werden, während in der Mitte zwischen diesen (Nullstellung) nichts zu hören ist.

Die Größe des Hubes wird von den meisten Amateuren nach eigenem Ermessen oder nach Rapporten der Gegenstationen eingestellt. Das ist natürlich ungenau, und daher hört man viele Stationen mit zu großem Hub, die die anderen Stationen im Band stören. Eine genaue Hubeinstellung ist nicht allzu schwierig; auch dabei wird die Senderendstufe am besten abgeschaltet. Der Empfänger wird auf die genaue Sendefrequenz und der zweite Überlagerer auf Schwebungsnull abgestimmt. Auf das Gitter der Reaktanzröhre gibt man eine Gleichspannung und vergrößert diese solange, bis im Empfänger ein Ton in der Höhe des gewünschten Frequenzhubes zu hören ist. Die Symmetrie des Hubes kann leicht überprüft werden, indem man die Batterieanschlüsse umpolt. Es muß dann in beiden Fällen die gleiche Tonhöhe zu hören sein. Wer die Tonhöhe schlecht einschätzen kann, nimmt einen Tongenerator zu Hilfe, den er auf den gewünschten Hub, etwa 3 kHz, abstimmt. Mit einem Hörer und einem Ohr hört er die Tongeneratorfrequenz und mit einem zweiten Hörer und dem anderen Ohr die Empfängertonfrequenz ab. Die Gleichspannung an dem Gitter der Reaktanzröhre wird nun solange verändert, bis Schwebungsnull eintritt. Dann ist der gewünschte Hub von 3 kHz erreicht. Man braucht nur noch dafür zu sorgen, daß die jetzt anzulegende Modulationsspannung die gleiche Größe wie die für den Versuch benutzte Gleichspannung hat. Zur Messung verwendet man ein hochohmiges Gleich- und Nf-Spannungs-Voltmeter. Steht dies nicht zur Verfügung, so kann man die beiden Spannungen mit einem Magischen Auge bzw. einem Magischen Band gemäß Schaltung Bild 6 vergleichen. Die Messung der Gleichspannung geschieht hinter der Germaniumdiode; dabei muß der Minuspol der Batterie am Gitter der Reaktanzröhre liegen. Die maximale Aussteuerungsgrenze wird genau wie bei Amplitudenmodulation nach dem Einpegeln durch den Aussteuerungsmesser überwacht.

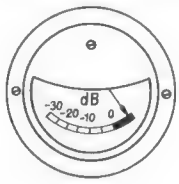


Bild 9. Das Aussteuerungsmeßinstrument soll auf dem Kopfe stehend montiert werden, damit der Zeiger nach rechts ausschlägt

Zu beachten ist jedoch, daß der FM-Hub nur für das eingemessene Band gilt. Arbeitet man auf einem anderen, so verändert sich der Hub. Es empfiehlt sich daher, sogleich die FM-Hubeinstellung für alle Bänder vorzunehmen und entsprechende Markierungen am Eingangsregler des Aussteuerungsmessers anzubringen. Wir brauchen diesen Regler vor Beginn einer FM-Sendung nur in die bezeichnete Stellung zu bringen und den Lautstärkeregler des Modulationsverstärkers entsprechend dem Ausschlag des Aussteuerungsanzeigers einzustellen.

Egon Koch, DL 1 HM

Über Transistoren erschienen folgende

FRANZIS-TASCHENBÜCHER

Rundfunkempfang ohne Röhren

Vom Detektor zum Transistor. 6. u. 7. erweiterte Auflage.
Von *Herbert G. Mende*

128 S. mit 94 Bild. u. 12 Tabellen. **Preis 3.20 DM**
(Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 27/27a)

Kristalldioden- und Transistoren-Taschentabelle

112 Seiten mit vielen Bildern, **Preis 4.90 DM**

Zu beziehen durch alle Buch- und viele Fachhandlungen. Bestellungen auch an den

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 2

Für den jungen Funktechniker

Prüfen von Kondensatoren mit einfachen Mitteln

Das hier beschriebene Gerät dient zum Messen der Kapazität und zur Prüfung auf Isolationsverluste an Wickel- und Keramikkondensatoren, nicht aber an Elektrolytkondensatoren. Wird außerdem eine Prüfung auf Spannungsfestigkeit gewünscht, so muß diese gesondert entsprechend den VDE-Vorschriften durchgeführt werden.

Länger gelagerte oder ausgebaute Kondensatoren besitzen oft infolge Aufnahme von Luftfeuchtigkeit einen sehr geringen Isolationswiderstand. Nun steht aber nicht immer ein teures Prüfgerät hierfür zur Verfügung. Deshalb wurde eine einfache Schaltung entwickelt, die auf dem Prinzip der Kippspannungserzeugung mit einem Glimmröhrengenerator beruht[1]). Natürlich kann man damit nicht die exakten Messungen

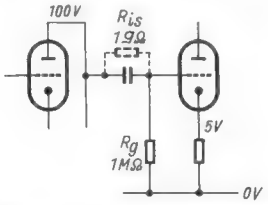


Bild 1. Einfluß des Isolationswiderstandes bei einem Gitterkopplungskondensator

ausführen, die für die Prüfung von Kondensatoren normenmäßig vorgeschrieben sind, aber für die übliche Praxis reicht es dennoch völlig aus.

Tabelle 1 läßt die untere Grenze für die Kapazität und die obere Grenze für den mit dem Gerät meßbaren Isolationswiderstand R_{is} bei 90 V bzw. 180 V Batteriespannung erkennen. Nach oben ist der Kapazität praktisch keine Grenze gesetzt. Für denjenigen, der mit dem Wert GΩ (= Giga-Ohm) noch nichts zu tun hatte, sei hier bemerkt:

$$1\ G\Omega = 1000\ M\Omega = 10^9\ \Omega.$$

In der Praxis genügt die Grenze von 1 GΩ für den Isolationswiderstand in den weitaus meisten Fällen. Ein Beispiel: Nach *Bild 1* ist der Strom durch R_{is} und R_g

$$I_g = \frac{10^2}{10^9} = 10^{-7}\ A$$

Der dadurch an R_g entstehende Spannungsabfall, der der negativen Gittervorspannung der zweiten Röhre entgegenwirkt, beträgt $10^6 \cdot 10^{-7} = 0{,}1$ V.

Bei der angegebenen Gittervorspannung von 5 V würde aber selbst ein Isolationswiderstand von nur 200 MΩ noch nicht ernstlich schaden. Man braucht deshalb nicht überkritisch zu werden, wenn man bei der Isolationsmessung Kondensatoren „tropfen" hört. Und man wird sie hören! Der Verfasser hat bei einer größeren Zahl ausgebauter Kondensatoren mit Kapazitäten bis zu 0,5 µF Isolationswiderstände bis herunter zu 4 MΩ gemessen. Dies ist natürlich für solche Kapazitäten schon entschieden zu wenig.

Tabelle 1

U	C meßbar ab etwa	R_{is} meßbar bis maximal
90 V	50 pF	1 GΩ
90 V	500 pF	10 GΩ

[1]) Vgl. „Die beiden Grundschaltungen eines Glimmröhrengenerators". FUNKSCHAU 1957, H. 11. Seite 494.

Die Schaltung *Bild 2* unseres Gerätes ist einfach, jedoch müssen einige wenige Erfordernisse peinlich eingehalten werden.

1. Die Spannung der Batterie (oder einer sonstigen konstanten Gleichstromquelle) darf nicht zu knapp über der Zündspannung der Glimmröhre liegen.

2. Die Schalter müssen gutes Isolationsmaterial aufweisen und besonders die Schaltnokken von S 1 für die Widerstände 200 MΩ und 2 GΩ müssen auf (bestens gereinigter) Hartpapiergrundlage einen Abstand von mindestens 5 mm haben.

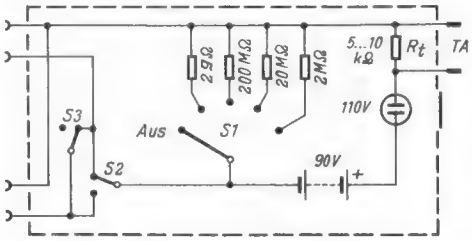


Bild 2. Die Schaltung des Prüfgerätes

3. Die Prüfklemmen dürfen nicht schlechter isoliert sein als die Schaltnocke für 2 GΩ.

4. Das Gerät ist lichtdicht elektrostatisch abzuschirmen und nur zur Beobachtung der Glimmlampe ist eine Klappe vorzusehen.

Der Stromverbrauch des Gerätes ist so gering, daß eine Mikrodyn-Batterie bei normalem Gebrauch monatelang anhält. Bei Verwendung einer 90-V-Batterie hat sich eine Zwergglimmröhre für 110 V (Zündspannung ca. 65 V) mit geraden Stiftelektroden als geeignetster Typ erwiesen. Die Widerstände sollen induktionsfrei und möglichst eng toleriert sein, da von ihnen das Meßergebnis abhängt. Statt das Gerät an den Tonabnehmer-Eingang eines Empfängers anzuschließen, kann – unter Weglassen von R_t – auch ein Kopfhörer angeschlossen werden. Dabei ist aber zu bedenken, daß die erzeugten Frequenzen durch die Selbstinduktion der Hörerspule etwas beeinträchtigt werden. Das Gerät wird mit zwei guten Kondensatoren (etwa 0,5 µF und 500 pF) durch Abgleich der Meßwiderstände, auf das Nomogramm 1 eingeeicht.

Isolationsmessung

Vor jeder Prüfung wird der Kondensator von etwa anhaftendem grobem Schmutz gesäubert. Werden hierzu Lösungsmittel verwendet, so achte man darauf, daß nicht etwa die Stirnseiten aufgeweicht und das Lösungsmittel in den Kondensator gesaugt werden könnte. Auch muß das Lösungsmittel vor der Messung restlos verdunstet oder abgewischt sein.

Das Gerät wird nun auf „Aus" gestellt und der Prüfling auf das mit dem Schalter S 2 eingeschaltete Klemmenpaar gesteckt (die Stellung von S 3 ist dabei gleichgültig). Schlecht isolierte Kondensatoren überraschen uns jetzt durch ihre im Kopfhörer oder Lautsprecher hörbaren Entladungen. Eine Uhr mit übersichtlichem Sekundenzeiger läßt uns die Zeitfolge der Entladungen erkennen. Der zeitliche Abstand zwischen zwei Entladungen in Sekunden wird gemerkt. Folgen die Entladungen schneller als mit einer Sekunde Abstand, dann zählen wir die Entladungen in 10 Sekunden und teilen durch 10, womit die Frequenz in Hz ermittelt ist. Nicht mehr zählbare Frequenzen werden nach dem Ton geschätzt. Dies ist zwar nicht gerade wissenschaftlich, aber bei höheren Frequenzen dürfte eine überschlägige Schätzung genügen, weil der Prüfling mangels genügender Isolation ohnehin ausgeschieden wird.

Isolationswiderstände unter 1,5 MΩ wurden vom Gerät des Verfassers durch tonloses Dauerleuchten als Kurzschluß angezeigt. Wenn keine Entladung zu hören ist, wird man sich also durch einen Blick auf die Glimmröhre (Klappe) überzeugen, ob der Prüfling gut ist oder „Kurzschluß" anzeigt.

Nomogramm 1 läßt uns nun den Isolationswert leicht erkennen. Beispiele:

a) Ein Kondensator mit dem Aufdruck 0,1 µF ergab eine Zeitkonstante T von 4,6 sec; 4,6 sec mit 0,1 µF verbunden ergibt $R_{is} \approx$ 50 MΩ.

b) Ein Kondensator ist mit 500 pF bezeichnet und es errechneten sich 3,5 Hz; $R_{is} \approx$ 600 MΩ.

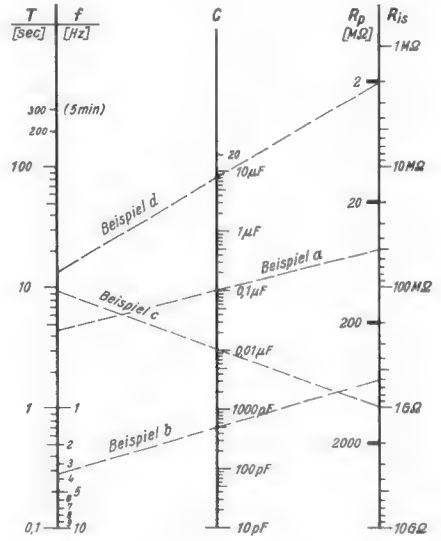
c) Wie groß muß die Zeit zwischen zwei Entladungen mindestens sein, um 0,01 µF auf den Isolationswert von 1 GΩ zu prüfen? Zu verbinden sind die Werte 0,01 µF und 1 GΩ, es ergeben sich etwa 10 sec.

Kapazitätsmessung

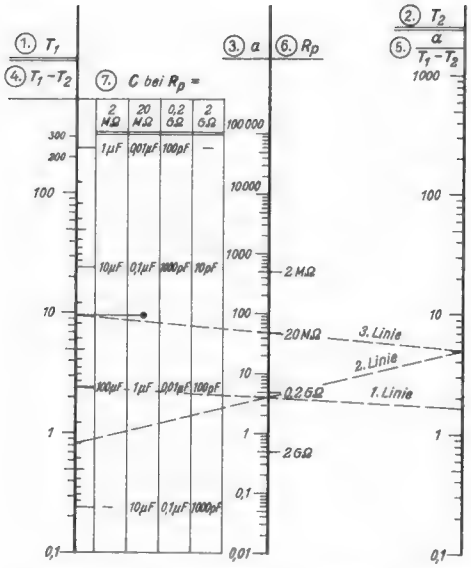
Nach der Isolation kann die Kapazität gemessen werden. Für Vergleichsmessungen dient der Wechselschalter S 2. Der Parallelschalter S 3 ist dabei geöffnet. Der Prüfling und der Vergleichskondensator werden gleichzeitig je an ein Klemmenpaar angeschlossen. Dann wird einer der Parallelwiderstände eingeschaltet und die sich beim Umschalten von S 2 ergebenden Kippfrequenzen werden verglichen. Der Kondensator mit dem höheren Ton hat die kleinere Kapazität.

Für die Ermittlung der Kapazität ohne Vergleichskondensator kommen zwei Verfahren in Betracht.

1. R_{is} ist unmeßbar oder vernachlässigbar hoch. Man schaltet mit S 1 einen passenden Vergleichswiderstand ein und stellt die beiden anderen Schalter wie zur Isolationsmessung ein. Aus Nomogramm 1 ist dann die Kapazität zu entnehmen (Beispiel d). Der



Nomogramm 1. Bestimmung des Isolationswiderstandes R_{is}, der Prüfzeit T für einen festgelegten Wert von R_{is} und der Kapazität bei unbedeutendem R_{is}. Das Nomogramm dient ferner zur Hochohmmessung



Nomogramm 2. Ermittlung der Kapazität unbekannter Kondensatoren mit Isolationsverlusten. Rechnungsgang: Die ermittelten Werte T_1 und T_2 auf den Leitern 1 und 2 verbinden (1. Linie). Schnittpunkt auf Leiter 3 ablesen. Durch diesen Schnittpunkt eine zweite Linie legen, die auf Leiter 4 den Wert T_1-T_2 trifft. Damit erhält man auf Leiter 5 den Zwischenwert $\frac{a}{T_1-T_2}$ und mit Hilfe einer dritten Linie und des Wertes R_p die eigentliche Kapazität an Leiter 7

Verfasser hat auf diese Weise bei einer Kondensatorkontrolle an einem älteren Super einen Kondensator mit 1000 pF entdeckt, der einwandfrei mit 100 pF bezeichnet war. Solche Aufdruckverwechslungen kommen besonders in älteren Geräten manchmal vor.

2. Der Isolationswiderstand R_{is} des Prüflings lieferte in Stellung „Aus" des Schalters S 1 Kondensatorentladungen mit der Zeitkonstante T_1 oder der Frequenz f_1. Nun wird der Kondensator mit einem eingeschalteten Parallelwiderstand R_p gemessen und die neue Entladezeit T_2 bzw. f_2 ebenfalls notiert. Die Kapazität ergibt sich dann nach der Formel

$$C = \frac{T_1 \cdot T_2}{R_p\,(T_1 - T_2)} = \frac{1}{R_p\,(f_2 - f_1)}$$

oder nach dem *Nomogramm 2*.

Ein Beispiel: T_1 (ohne R_p) = 2,5 sec; T_2 (mit R_p = 20 MΩ) = 1,67 sec.

$$C = \frac{2{,}5 \cdot 1{,}67}{20 \cdot 10^6 \cdot 0{,}83} = 0{,}25\ \mu F$$

Wer nicht rechnen möchte, kann *Nomogramm 2* benutzen und dem dort als Beispiel angegebenen Rechnungsgang folgen. Die zahlenmäßige Rechnung ist aber genauer als das Nomogramm. – Der Isolationswiderstand des vorher noch undefinierbaren Kondensators kann jetzt an Hand von Nomogramm 1 ebenfalls bestimmt werden. Dabei ist $T_1 = T$. Für das vorige Beispiel ergibt sich R_{is} zu ca. 10 MΩ.

Sonstige Messungen

Mit dem Gerät können auch Widerstände zwischen 0 und 100 MΩ nur mit Hilfe der Glimmröhre auf Durchgang geprüft werden.

Tabelle 2

R	C
2 ... 50 MΩ	0,1 µF
40 ...1000 MΩ	5000 pF
0,5... 10 GΩ	1000 pF

Man schalte hierzu den Schalter S 1 auf „Aus".

Stehen gut isolierte Kondensatoren bekannter Kapazität zur Verfügung, dann können Widerstände zwischen 2 MΩ und 10 GΩ überschlägig gemessen werden. Zu diesem Zweck werden Testkondensator und Prüfling an je ein Klemmenpaar geklemmt, S 1 geöffnet, S 3 geschlossen (die Stellung von S 2 ist gleichgültig). Dann wird die sich ergebende Frequenz gemessen und R mit Hilfe des Nomogramms 1 ermittelt. Der für die einzelnen Widerstandsbereiche am besten geeignete Testkondensator ist aus *Tabelle 2* ersichtlich.

Dieses einfache Gerät ist also trotz seiner Unscheinbarkeit vielseitig verwendbar.

Hans Göhring

Bemerkungen zum Fernseh-Service

4. Der Ersatz von Kondensatoren

Die ersten Beiträge dieser Reihe erschienen in der FUNKSCHAU 1957, Heft 9, Seite 233 und Heft 10, Seite 267.

Wenn im Fernsehempfänger ein Kondensator schadhaft wurde, so soll der gewissenhafte Praktiker feststellen, *warum* es geschah. Ein einfacher, nicht gründlich überlegter Ersatz des Teiles kann leicht dazu führen, daß der Empfänger recht bald erneut in der Werkstatt ist!

Was kann geschehen sein?

1. Der Kondensator weist keine Kapazität mehr auf, er ist „offen".
2. Der Kondensator hat Schluß, es besteht also eine leitende Verbindung zwischen den Belägen.

Der Verlust der Kapazität ist beim keramischen Kondensator meist eine Folge von Brüchen des Körpers. Oft sind diese mikroskopisch klein, man nennt sie dann Haarrisse. Bei Kunstfolien-, Wickel- und Papierkondensatoren sind fast ausschließlich schlechte Schweißstellen zwischen Anschlußdraht und Wickel die Ursache.

Wenn ein Kondensator mit einem solchen Fehler im Fernsehgerät gefunden wird, so darf er mit ruhigem Gewissen ausgewechselt werden, denn der Fehler liegt ursächlich im Kondensator selbst und trat nicht als Folge anderer defekter Teile auf.

Etwas anders liegen die Verhältnisse beim zweiten der genannten Kondensatorfehler, dem Schluß. In diesem Falle sollte man sorgfältig nach der Ursache suchen, indem nach Ersatz des defekten durch einen neuen Kondensator die anliegende Gleichspannung mit dem Instrument und die evtl. anliegende Impulsspannung mit dem Oszillografen gemessen werden. Im Kippteil können zu hohe Spannungsspitzen, die sich im Bild kaum bemerkbar zu machen brauchen, dazu führen, daß ein Kondensator durchschlägt. In den Serviceunterlagen findet man wohl immer die Hinweise auf genaue Form und zulässige Größe der Impulse. Erst wenn man sich davon überzeugt hat, daß alle Werte stimmen, darf man beruhigt auf einen Materialfehler im Kondensator schließen. Die Industrie bittet die Servicetechniker immer wieder um Einsendung der ausgebauten defekten Einzelteile, *auch der Kondensatoren und Widerstände*. Man sollte dieser Bitte entsprechen und dabei genau angeben an welcher Stelle der Schaltung das schadhafte Stück sich befand, denn es ist der einzige Weg für die Fabrikanten, diese Fehler in Zukunft zu vermeiden.

Der Werkstattmann hat bei der Reparatur eines Fernsehempfängers einen schadhaften Kondensator festgestellt, der durch einen neuen ersetzt werden muß. Den gleichen Typ hat er nicht zur Hand – nach welchen Gesichtspunkten muß er den Ersatz wählen bzw. welche Eigenschaften kennzeichnen einen Kondensator?

1. *Der Kapazitätswert.* Er ist dem Aufdruck oder dem Schaltbild zu entnehmen.

2. *Der Temperaturkoeffizient (Tk).* Dieser Wert wird durch die Farbe des Lackes oder durch einen Farbpunkt auf grauem Lack angezeigt (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 20, Seite 569).

3. *Der Verlustwinkel* (tan δ). Dieser Wert kann nur aus den Katalogen der Herstellerfirmen entnommen werden; er wird bei hohen Frequenzen oder hohen Blindleistungen wichtig.

4. *Die Spannungsfestigkeit.* Diese ist meist im Schaltbild vorgeschrieben und aus dem Aufdruck zu entnehmen.

5. *Die Wechselstrombelastung.* Wenn durch den Kondensator größere Wechselströme fließen, muß er sich zwangsläufig erwärmen, denn er ist mit Verlusten behaftet.

6. *Die Eigenresonanz* des Kondensators spielt in Siebschaltungen eine Rolle. Frequenzmäßig gesehen wirkt der Kondensator bis zur Eigenresonanz als Kapazität, anschließend als Induktivität. Bei keramischen Kondensatoren sind für dieses Verhalten bzw. für die Lage der Eigenresonanz vorzugsweise die Zuleitungen verantwortlich; je kürzer diese sind, desto höher liegt die Eigenresonanz. Bei Rollblockkondensatoren oder Folienkondensatoren bildet der Wickel selbst schon eine Induktivität, die zu berücksichtigen ist.

Welche der vorstehend genannten Eigenschaften spielen nun im Fernsehempfänger eine Rolle bzw. an welchen Stellen ist besondere Aufmerksamkeit nötig?

Hf-Teil (Kanalschalter): Der Ersatz von keramischen Kondensatoren darf nur durch keramische Ausführungen erfolgen, wobei auf genaue Kapazität geachtet werden muß; im Oszillatorkreis muß auch der Tk beachtet werden. Gerade diese Stelle ist kritisch, hier soll nach Möglichkeit immer der Originalkondensator eingebaut werden. Bei Siebkondensatoren ist weniger der Kapazitätswert als vielmehr die Eigenresonanz entscheidend; die Anschlußdrähte müssen ganz kurz gehalten werden.

Zf-Teil: In den Zwischenfrequenzkreisen ist der Tk wichtig, während eine evtl. nicht ganz passende Kapazität durch Abgleich „hingetrimmt" werden kann, zumal die meisten Spulen mit Kernabgleich genügend Spielraum zum Ausgleich eines vielleicht um 20 % daneben liegenden Kondensators bieten. Werden im Zf-Teil Siebkondensatoren verwendet, dann gilt auch hier: Achtung auf Eigenresonanz!

Video- und Tonteil: Hier zählen fast nur die Kapazität und die Spannungsfestigkeit bei Koppelkondensatoren. Ähnliches gilt für *Amplitudensieb, Bildkippteil* und *Zeilenkippteil*, wobei Spannungsfestigkeit dominiert und nach den Impulsspitzen zu bemessen ist! Die Impulsspitzen müssen mit dem Oszillografen und nicht mit dem Röhrenvoltmeter gemessen werden.

In den Ablenkstufen ist beim Kondensatorersatz außerdem die Wechselstrombelastung zu prüfen, besonders wenn keramische Kondensatoren im Zeilenausgangsübertrager defekt sind.

K. Heyn

Neue Bauanleitung

Gegentakt-Gleichspannungswandler mit Transistoren

Von Lothar Goller

Stromversorgung aus der Heizbatterie - Theoretische und praktische Ausführungen

Für die Stromversorgung tragbarer Sender und Empfänger werden im allgemeinen Heiz- und Anodenbatterien verwendet. Die Anodenbatterien sind meistens im Betrieb sehr teuer, so daß man versucht, auch die Anodenspannung aus der Heizbatterie zu gewinnen. Hierfür können mechanisch oder elektronisch arbeitende Zerhacker verwendet werden. Mechanische Zerhacker müssen elektrisch und akustisch entstört werden und benötigen eine gute Funkenlöschung, damit eine Lebensdauer von einigen tausend Betriebsstunden erreicht werden kann. Elektronische Zerhacker lassen sich mit Transistoren schaltungstechnisch sehr einfach aufbauen und weisen die Nachteile der mechanischen Zerhacker nicht auf. Durch den Wegfall der Heizleistung und den kleinen Kollektor-Restwiderstand der Transistoren werden höhere Wirkungsgrade erreicht. Die beschriebene Zerhackerschaltung liefert bei einer Eingangsspannung von 6 V eine Ausgangsspannung von 60 V, bei einer Nutzleistung von etwa 1 W und einem maximalen Wirkungsgrad von 60 %.

A. Prinzipschaltung

Die Prinzipschaltung eines mechanischen Zerhackers ist den meisten Lesern geläufig. Zur Erläuterung der Wirkungsweise eines Gegentakt-Zerhackers mit Transistoren sei jedoch in *Bild 1* das Prinzip noch einmal

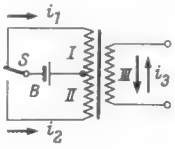


Bild 1. Prinzip des Gegentaktzerhackers

aufgezeichnet. Die Spannung einer Batterie B wird mit dem Unterbrecher S periodisch an die Wicklungen I und II des Übertragers gelegt. Die fließenden Ströme i_1 und i_2 erzeugen in der Wicklung III eine entsprechend dem Windungsverhältnis der Wicklungen übersetzte, pulsierende Spannung. Diese pulsierende, meist trapezförmige Spannung wird gleichgerichtet und ergibt die Ausgangsspannung. Aus der Prinzipschaltung ist schon ersichtlich, daß der Unterbrecher S einem Verschleiß unterliegt, der durch die auch bei guter Entstörung und Funkenlöschung nicht vermeidbare Funkenbildung und der damit verbundenen Wanderung von Kontaktmaterial verursacht wird. Ein weiterer großer Nachteil der mechanischen Zerhacker ist, daß die Güte der Entstörung von der Belastung abhängig ist.

Bei den elektronisch arbeitenden Zerhakkern wird der Unterbrecher S durch elektronische Bauteile ersetzt, in dem beschriebenen Falle durch Transistoren. Der Transistor soll

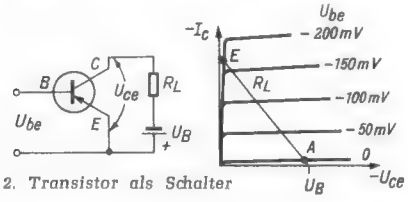


Bild 2. Transistor als Schalter

also als Schalter wirken mit den zwei Schalterzuständen „Ein" (großer Strom, kleiner Spannungsabfall) und „Aus" (kleiner Strom, großer Spannungsabfall). Damit man sich die Verhältnisse am Transistor klarmachen kann, ist in *Bild 2* das Kollektorkennlinienfeld eines pnp-Transistors in Emitterschaltung wiedergegeben. Weiterhin ist die Arbeitsgerade des Lastwiderstandes R_L eingezeichnet. Als Parameter dient die Eingangsspannung U_{be}. Ist diese Eingangsspannung U_{be} gleich Null oder positiv, so stellt sich der Arbeitspunkt A ein. Es fließt nur ein geringer Kollektorstrom I_c, und zwischen Kollektor und Emitter liegt die volle Betriebsspannung U_B. Betrachtet man den Emitter und den Kollektor des Transistors als die beiden Pole eines Schalters, so ergibt sich der Schalterzustand „Aus". – Legt man zwischen Basis und Emitter eine negative Spannung von

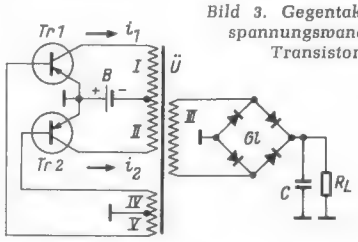


Bild 3. Gegentakt - Gleichspannungswandler mit Transistoren

einigen hundertstel Volt, so stellt sich der Arbeitspunkt E ein. Im Punkt E liegt zwischen Kollektor und Emitter nur noch eine geringe Spannung, dagegen fließt ein großer Kollektorstrom I_c. Man erhält den Schalterzustand „Ein".

Bild 3 zeigt nun das Schaltbild eines elektronisch arbeitenden Gegentakt-Zerhackers mit Transistoren. Die Schaltung stellt im Prinzip einen sehr stark rückgekoppelten Gegentaktoszillator dar. Zur Wirkungsweise sei nur folgendes gesagt:

Nimmt man an, der Transistor Tr 1 sei im leitenden Zustand, dann steigt sein Kollektorstrom nahezu linear mit der Zeit an und der in der Wicklung I fließende Strom erzeugt in den anderen Wicklungen Spannungen, und zwar sind diese so gerichtet, daß die Spannung in Wicklung IV den Transistor Tr 2 sperrt, die Spannung in Wicklung V den

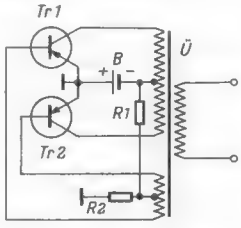


Bild 4. Erzeugung der Basisspannung

Transistor Tr 1 jedoch im leitenden Zustand hält. Wenn der Strom im Transistor Tr 1 den Punkt E (in Bild 2) erreicht hat, kann er nicht mehr weiter ansteigen. Die zeitliche Änderung des Stromes i_1 hört auf und damit werden alle Spannungen Null. Dadurch wird auch der Transistor Tr 1 gesperrt. Der nun abnehmende Strom i_1 induziert in den einzelnen Wicklungen Spannungen von umgekehrter Richtung, so daß der Transistor Tr 2 eine negative Basisspannung erhält und in den leitenden Zustand gebracht wird. Jetzt kann der Strom i_2 ansteigen und der Vorgang wiederholt sich. Die in der Wicklung III induzierte Wechselspannung wird gleichgerichtet und ergibt am Ladekondensator C die Ausgangsspannung U_2. R_L stellt den Belastungswiderstand dar.

B. Startprobleme

Schaltet man einen solchen Zerhacker ein, so schwingt er, insbesondere bei starker Belastung, nur schwer oder überhaupt nicht an.

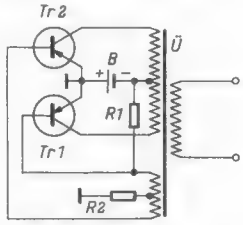


Bild 5. Ungünstiger Anschluß des Widerstandes R 1

Der Grund ist der, daß einmal der ungeladene Ladekondensator C praktisch ein Kurzschluß ist, zum anderen sind beim Einschalten beide Transistoren gesperrt, da für beide die Basisspannung Null ist. Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, um das Anschwingen zu erleichtern, einige davon sollen hier aufgeführt werden.

a) Einführung einer Grundbasisvorspannung

Durch den Einschaltstrom (Kollektorsperrstrom) stellt sich an den Wicklungen IV und V eine von den Transistorstreuungen abhängige, augenblickliche Basis-Emitter-Spannung ein. Es kommt nun darauf an, daß die dadurch bewirkte Differenz der Kollektorströme der beiden Transistoren ausreicht, den Transistorgleichspannungswandler anschwingen zu lassen. Durch Einführung einer Grundbasisvorspannung wird die Differenz der Kollektorströme vergrößert, so daß das Anschwingen erleichtert wird. *Bild 4* zeigt, wie mit zwei Widerständen diese Basisvorspannung erzeugt wird. Legt man dabei den Widerstand R 1 nicht an den Mittelpunkt der Rückkopplungswicklung, sondern unsymmetrisch an eine der Wicklungshälften (*Bild 5*), dann wird durch den Einschaltstrom über R 1 und R 2 bereits ein Transistor gesperrt. Mit zu-

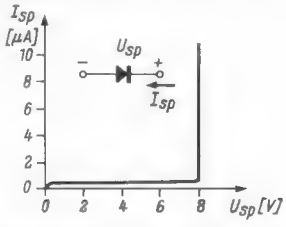


Bild 6. Sperrbereich einer Flächendiode

nehmendem Widerstand R 2 wird der Aussteuerbereich der Transistoren verkleinert, da der Punkt A mehr nach E wandert. Damit nimmt der Wirkungsgrad der Anordnung ab.

b) Starthilfstaste

Schwingt der Zerhacker auch nach der unter a) genannten Methode nicht an, so kann man mit einer Starthilfstaste oder einem mehrpoligen Schalter die Last beim Einschalten abtrennen. Man erhält so einen Einschalter mit den Stellungen: „Aus" – „Anschwingen" – „Ein". Dieser Schalter ist für unsere Zwecke durchaus geeignet und verteuert den Zerhacker nicht wesentlich. Meist ist es erwünscht, den Zerhacker durch einfaches Einschalten in Betrieb zu setzen. Es werden noch zwei elegantere Lösungen beschrieben, die eine automatische Starthilfe darstellen.

c) Mit Flächendiode

Bild 6 zeigt den Sperrbereich einer Flächendiode. Bei kleinen Sperrspannungen fließt nur ein sehr geringer Sperrstrom, und die

Diode bildet einen sehr hohen Widerstand von einigen Megohm. Vergrößert man diese Sperrspannung weiter, so bricht bei einer bestimmten Spannung (der sog. Durchbruchsspannung) der Sperrwiderstand zusammen, und die Diode hat nur noch einen sehr geringen Widerstand. Dabei ist die Durchbruchsspannung nahezu unabhängig von dem jetzt in Sperrichtung durch die Diode fließenden Strom. Schaltet man zwischen Gleichrichter und Belastung eine solche Diode, *Bild 7* (z. B. SD 4 von Siemens & Halske oder Z 8 von Intermetall), so ist im Einschalt-Augenblick die Last vom Zerhacker durch den hohen Sperrwiderstand der Diode getrennt.

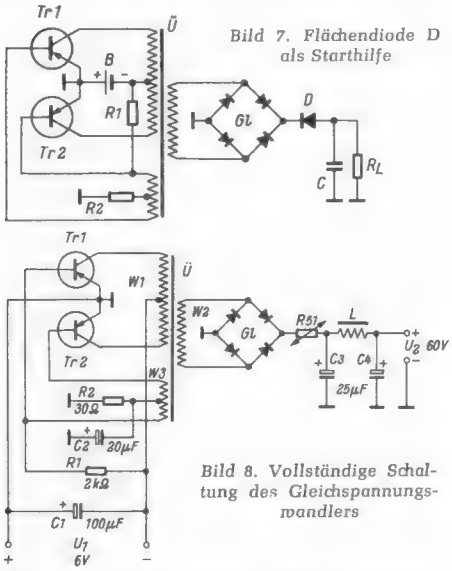


Bild 7. Flächendiode D als Starthilfe

Bild 8. Vollständige Schaltung des Gleichspannungswandlers

Erst wenn die Spannung die Durchbruchsspannung der Diode erreicht hat, wird diese leitend und legt die Last an den Gleichrichter. Der an der Diode entstehende belastungsunabhängige Spannungsabfall kann bei der Dimensionierung der Wicklung III berücksichtigt werden. Die geringe Verschlechterung des Wirkungsgrades kann in den meisten Fällen in Kauf genommen werden.

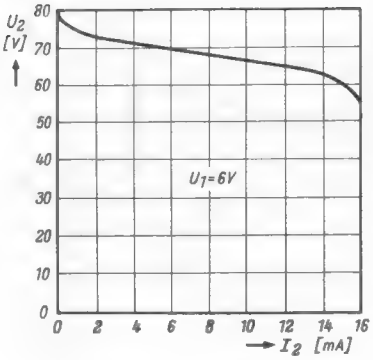
d) Mit Regelheißleiter

Der Widerstand eines Heißleiters nimmt stark mit zunehmendem Strom durch den Heißleiter und der damit verbundenen Erwärmung ab. So hat beispielsweise ein Regelheißleiter vom Typ R 51/8/0,5/10 (Siemens & Halske) bei einem Strom $< 100\ \mu A$ einen Kaltwiderstand von 35 kΩ. Dieser Wert nimmt bei einem Stromdurchgang von 10 mA auf 360 Ω ab. Schaltet man einen solchen Regelheißleiter zwischen Gleichrichter und Lastwiderstand, so ist im Einschaltaugenblick der große Kaltwiderstand des Regelheißleiters wirksam, der mit zunehmendem Strom schnell abnimmt und damit den Lastwiderstand an den Gleichrichter anlegt.

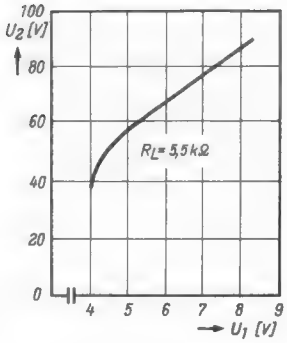
C. Ausgeführte Schaltung

Bild 8 zeigt den Stromlauf der ausgeführten Schaltung. Als Übertrager wurde ein normaler Übertrager mit M-Schnitt verwendet, da eine Topfspule aus Ferrit den meisten Amateuren wohl nicht zugänglich ist. Der um einige Prozent geringere Wirkungsgrad und der etwas höhere Innenwiderstand sind zu vernachlässigen. Der ganze Aufbau findet bequem im Becher eines ausgedienten Papierkondensators von der Größe 50 × 45 × 120 mm Platz. Für den Anschluß sind drei Lötösen vorgesehen. Der Becher wirkt gleichzeitig als Störstrahlungsschutz. Die Eingangsspannung wird mit einem Kondensator C 1 überbrückt, der einen wechselstrommäßigen Kurzschluß der Batterie bildet. Sollte trotzdem über die Batterie noch eine Störstrahlung erfolgen, dann ist zwischen Kondensator C 1 und Batterie ein Siebglied zu schalten. Die Ausgangsspannung wird durch ein Siebglied C 3, C 4 und L gefiltert. Als Starthilfe wird ein Regelheißleiter R 51/8/0,5/10 verwendet. Außerdem wird die Basisvorspannung unsymmetrisch zugeführt. Damit ergab sich ein sicheres Anschwingen unter allen Belastungsfällen.

Als Wirkungsgrad wurden 60 % erreicht. Die Abhängigkeit der Ausgangsspannung U_2 von der Belastung zeigt *Bild 9*, während *Bild 10* die Abhängigkeit der Ausgangsspannung U_2 von der Eingangsspannung U_1 bei konstanter Belastung angibt. *Bild 11* zeigt den Aufbau des Gerätes.



Links: Bild 9. Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Belastung



Rechts: Bild 10. Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung

Im Modell verwendete Einzelteile

Tr 1, Tr 2 = 2×TF 75 (*Siemens*), 2×CC 76 (*Valvo*), 2×OC 602 spez (*Telefunken*)
Gl = Siemens-Flachgleichrichter B 90 C 120
C 1 = Elektrolytkondensator 100 µF, 10 V
C 2 = Elektrolytkondensator 20 µF, 3 V
C 3 = Elektrolytkondensator 25 µF, 100 V
C 4 = Elektrolytkondensator 25 µF, 100 V
Ü = Übertrager M 42/22, Luftspalt 0,5 mm, Dynamoblech IV, gleichsinnig geschichtet, Paketdicke 22 mm.
Wicklungsreihenfolge:
Wicklung 1: 0,35 CuL 2 × 150 Windungen (Primär-Wicklung)
Wicklung 2: 0,12 CuL 1 ×3800 Windungen (Sekund.-Wicklung)
Wicklung 3: 0,20 CuL 2 = 40 Windungen (Rückkoppl.-Wicklung)
L = Siebdrossel 100 mH
R 1 = Schichtwiderstand 2 kΩ ¼ W
R 2 = Schichtwiderstand 30 Ω ¼ W

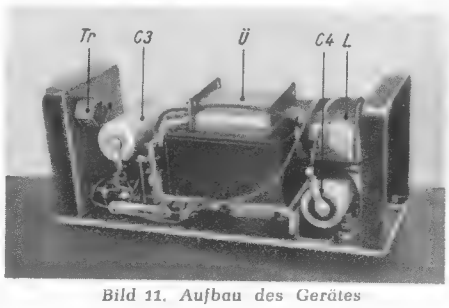
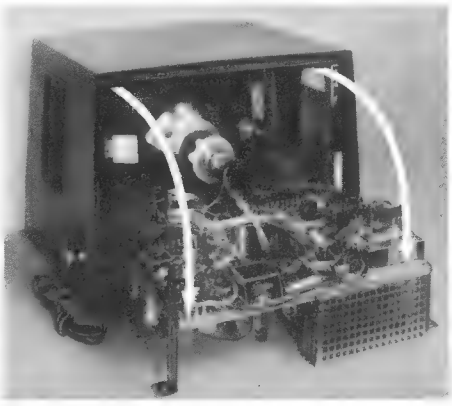


Bild 11. Aufbau des Gerätes

Hilfe für den Werkstatt-Techniker

Das heute zunehmend verwendete Vertikal-Chassis im Fernseh-Empfänger hat den Nachteil, daß es weniger leicht zugänglich ist, als das Horizontal-Chassis, dessen Unterseite bei einer ausreichend bemessenen Bodenplatte mit dem Werkzeug oder der Prüfspitze besser erreicht werden kann. Meist bleibt nur der Ausweg übrig, das Chassis auszubauen – das ist eine unerquickliche Arbeit, die man, wenn irgend möglich, gern umgeht.

Vor einiger Zeit führte *Grundig* das Klapp-Chassis ein (FUNKSCHAU 1957, Heft 10, Seite 266, Bild 5), und jetzt hat auch *Nordmende* eine für den Servicetechniker befriedigende Lösung gefunden. Wie das *Bild* erkennen läßt, kann das Chassis nach Betätigen zweier Spezialknöpfe um 90° nach hinten geklappt werden, wobei es – bei Tischgeräten – mit zwei Streben auf der Werkbank ruht. Vorher sind nur noch die beiden Steckknöpfe des Kanalschalters an der rechten Gehäusewand zu entfernen. Die Zuleitungen für die Bildröhrenfassung und die Lautsprecher sind entsprechend lang bemessen. Bei Standgeräten soll zukünftig eine kleine Kette mitgeliefert werden, die das herausgeklappte Vertikalchassis in horizontaler Lage festhält.



Klapp-Chassis der Nordmende-Fernsehempfänger Panorama 58 und Konsul 58

Jetzt sind Überprüfung und Instandsetzung des Chassis einfach: Ausgeklappt sind die Bauelemente sowie die Anschlüsse der Röhrenfassungen zugänglich, und in Vertikalstellung des Chassis gelangt man an die Röhren, die Spulenbecher, ferner an die größeren Bauelemente wie Transformatoren, Hochspannungsteil und Kanalschalter.

Magnetton-Laufzeitregler

Zu dem Magnetton-Laufzeitregler, den die Wilhelm *Franz* KG in Hannover vorführte und über den wir bereits in FUNKSCHAU 1957, Heft 11, Seite 284, berichteten, erfahren wir noch folgende Einzelheiten: Das Gerät ist nicht nur zum Anbau an das Magnetophon M 5 geeignet, sondern es läßt sich auch zusammen mit der Studiomaschine T 9 und bei entsprechender Adaptierung mit allen Tonbandmaschinen für 76 cm/sec verwenden. Der Laufzeitregler ist eine Entwicklung von Dipl.-Ing. *A. Springer* und er wird von der *Telefonbau und Normalzeit GmbH* gebaut. Der Generalvertrieb mit Ausnahme für USA und Kanada liegt bei der Franz KG.

Mittelklassenempfänger Schaub-Lorenz-Goldsuper 58

Bild 1. Chassis des Schaub-Lorenz-Goldsuper 58 (Blick von unten in die Verdrahtung)

Die Leistung eines Mittelklassenempfängers muß heute in vieler Hinsicht der eines Spitzensupers entsprechen, nachdem die UKW-Empfindlichkeit und die Mittel/Langwellen-Empfangsleistung eines Gerätes der 200-DM-Klasse sehr hoch gezüchtet wurden. Schaltungsmäßig werden also an das Mittelklassengerät hohe Anforderungen gestellt, und die Ausstattung mit Lautsprechern, Tasten und sonstigem Komfort muß sich den finanziellen Grenzen anpassen, die von den Kaufleuten abgesteckt werden. Der eigentliche Empfangsteil jedenfalls unterscheidet sich im Aufwand kaum von dem eines Spitzengerätes, wie aus der Chassisansicht *Bild 1* zu entnehmen ist.

Die Schaltung des Goldsuper 58 läßt auf den ersten Blick nicht alle Feinheiten erkennen, die die Konstrukteure in diesem Gerät untergebracht haben; die Röhrenbestückung (ECC 85, ECH 81, EF 89, EABC 80, EL 84 und EM 84) ist die übliche; für die FM-Zwischenfrequenz ist eine zweifache Verstärkung mit 6 Kreisen und für die AM-Zwischenfrequenz eine einstufige mit 4 Kreisen vorgesehen.

Bemerkenswert hingegen sind die Daten der UKW-Eingangsschaltung; hier wird eine Doppeltriode ECC 85 in Zwischenbasisschaltung für das erste Triodensystem angewendet. Zwischen Antenne und erstem Gitter liegt ein Bandfilter. Eine sorgfältige Bemessung aller Teile ergibt die folgenden ausgezeichneten Werte:

Rauschzahl	3 kTo
Empfindlichkeit	1,5 µV (für 20 dB Rauschabstand bei 22,5 kHz Hub)
Verstärkungsfaktor	1000, gemessen zwischen Antennenbuchsen und Steuergitter der ersten Zf-Röhre

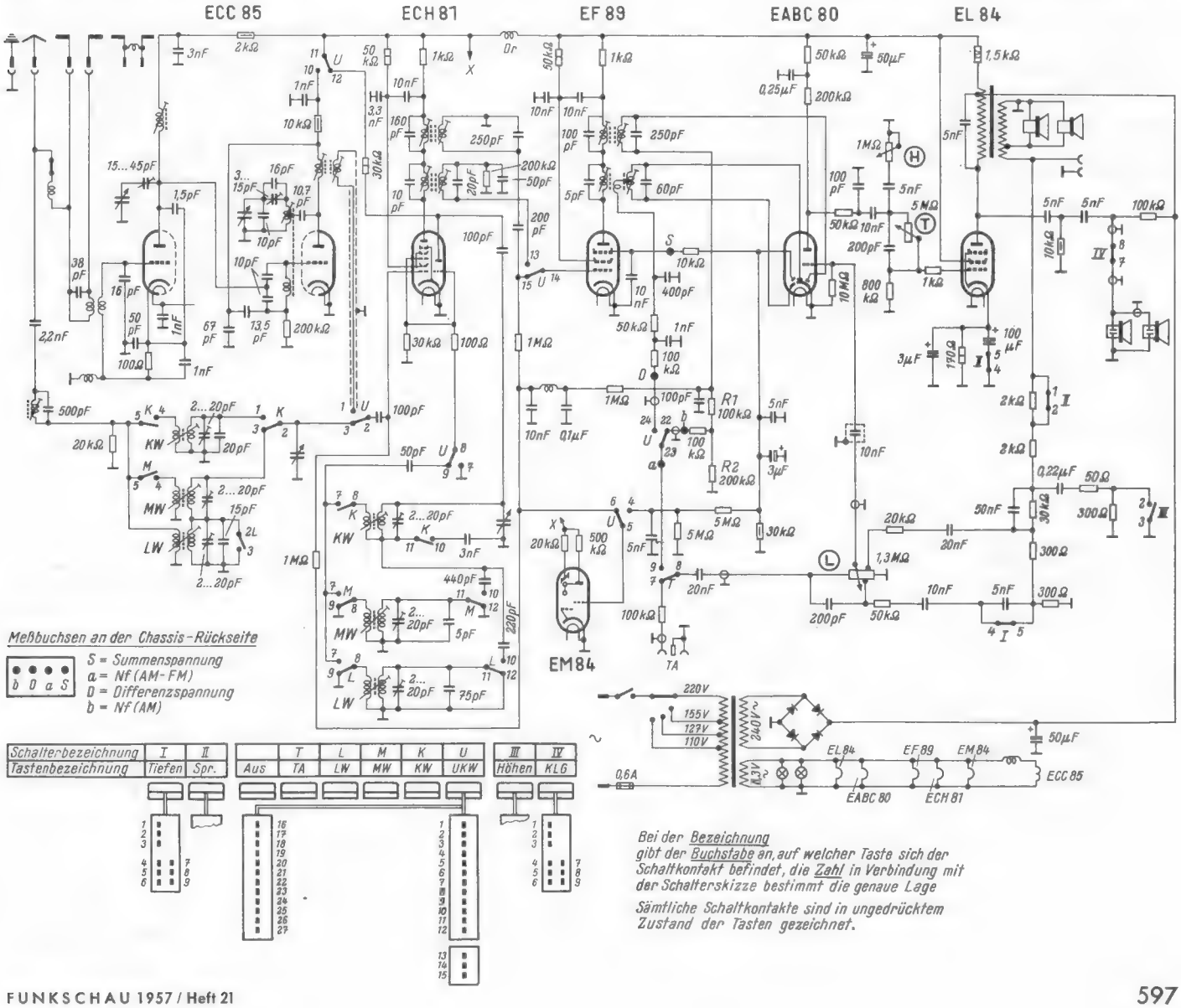
Der Temperaturgang des Oszillators ist geringer als ± 20 kHz, so daß die resultierende Verstimmung unhörbar und kaum am Magischen Band ablesbar ist.

Der AM-Eingang zeigt keine Besonderheiten; er ist für Kurzwelle 5,77...18,8 MHz, Mittelwelle 510...1640 kHz und Langwelle 145...410 kHz bemessen. Die Gitterspulen für Mittel- und Langwelle sind direkt auf den Ferritstab gewickelt.

Ein Empfänger mit nur zwei Zf-Stufen wie dieser muß die Verstärkung im FM-Zf-Teil voll ausnutzen, ohne daß die Stabilität leiden darf. Daher hat der Konstrukteur hier eine Neutralisation eingeführt, indem er die Anoden- und Schirmgitterstromversorgung der Heptode der ECH 81 und der Pentode EF 89 über die Drossel Dr zuführt. Dadurch ergibt sich eine Brückenschaltung, die rückwirkungsfreies Arbeiten sichert.

Der Arbeitswiderstand des AM-Demodulators (3. Diode der Verbundröhre EABC 80) ist in R 1 und R 2 aufgeteilt. Mit dieser Maßnahme wird sichergestellt, daß auch Sender mit hohem Modulationsgrad verzerrungsfrei demoduliert werden.

FUNKSCHAU-Schaltungssammlung 1957/21 — **Schaub-Lorenz-Goldsuper 58**



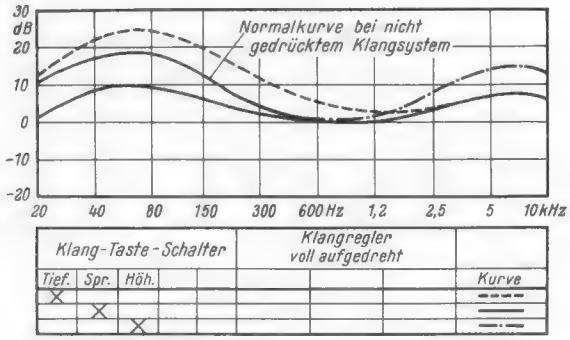


Bild 2. Nf-Kurven des Goldsuper 58 bei voll aufgedrehten Klangreglern; Lautstärkenregler steht am zweiten Abgriff, Messung am Anschluß für den zweiten Lautsprecher
– – – Taste für Tiefenanhebung gedrückt
—— Taste für Sprache gedrückt
– · – Taste für Höhenanhebung gedrückt

Die Schaltung der beiden kontinuierlich einstellbaren Höhen (H)- und Tiefen (T)-Regler ist die übliche; beide liegen im Anodenkreis der Triode der EABC 80 vor dem Gitter der Endpentode EL 84. *Bild 2* enthält die Klangregelkurven.

Drei Tasten für die Klangbeeinflussung sind vorgesehen: I zur Tiefenanhebung, II als Sprach/Musikschalter und III zur Höhenbetonung. Sie liegen in dem Gegenkopplungskreis vom Sekundärkreis des Lautsprecherübertragers zur Anzapfung des Lautstärkenreglers (L) bzw. im Katodenkreis der Endröhre. Taste IV ermöglicht das Abschalten der beiden statischen Seitenlautsprecher vom Typ Lorenz LSH 75 und damit das Aufheben der Raumklangwirkung.

Der Werkstatt-Techniker wird die vier Meßbuchsen an der Chassis-Rückseite begrüßen, die wie folgt bezeichnet sind:

b = Niederfrequenz (AM)
D = Differenzspannung am Ratiodetektor
a = Niederfrequenz (AM und FM)
S = Summenspannung.

Als Abstimmanzeigeröhre ist das Magische Band EM 84 mit dem Vorteil heller, parallaxefreier Ablesung auch auf größere Entfernung eingebaut.

Eine formschöne Hi-Fi-Eckbox

Immer dann, wenn man sich im Heim eines technischen Gerätes bedient, wird man bemüht sein, diesem eine ansprechende Form und ein gefälliges Äußeres zu geben. Dies gilt ganz besonders für eine Hi-Fi-Wiedergabeanordnung, die ihrer Größe nach schon ein ausgesprochenes Möbelstück darstellt und die meist in einem Wohnraum aufgestellt sein wird, dessen übriges Mobiliar mit Sorgfalt nach dem Geschmack des Besitzers ausgewählt wurde. Im folgenden soll deshalb eine Hi-Fi-Box beschrieben werden, die technische Zweckmäßigkeit mit gefälliger Form verbindet.

Die Zweckmäßigkeit fordert ein bestimmtes Mindestvolumen und damit eine gewisse Größe, und nach Möglichkeit die Ausführung des Gehäuses als Eckbox, da hierdurch die günstigste Verteilung der Höhen im Raum erzielt wird. Der gewählte fünfeckige Grundriß hat nicht nur ein ansprechenderes Aussehen der Box zur Folge als ein dreieckiger, er ergibt auch bei gleicher Kantenlänge ein erheblich größeres Volumen.

Die Box ist mit der aus fünf Lautsprechern bestehenden Isophon - Hi - Fi - Kombination TMH 55 ausgestattet, für die der Hersteller ein Gehäusevolumen von 200 Litern empfiehlt. Dem entsprechen die Abmessungen der Box, die aus den Maßskizzen zu ersehen sind. Das Gehäuse oberhalb des Sockels ist allseitig geschlossen und besteht aus 20 mm starken Platten, die, abgesehen vom Deckel und einer der rückwärtigen Seitenwände, miteinander verleimt sind. Der Deckel ist mit den festen Seitenwänden durch Dübel verbunden und kann nach Abnehmen der einen verschraubten Seitenwand abgehoben werden. Er steht an den drei Vorderflächen einen Zentimeter über. Der Sockel ist an den Vorderseiten zwei Zentimeter zurückgesetzt, an den Rückseiten so weit, wie es die Breite der Fußbodenleisten erfordert, so daß das Oberteil der Box an die Wände angedrückt werden kann.

Die große Schallwand ist durch sechs Stäbe von 20 mm Stärke aufgegliedert, welche gleichzeitig der Bespannung und den dahinterliegenden Lautsprechern einen gewissen Schutz bieten. Innen ist das Gehäuse mit 12 mm starken Dämmplatten (Bruchstücke von hinreichender Größe sind sehr billig zu haben) und einer 20 mm starken Schicht aus Sillan-Wolle ausgekleidet. Sillan-Wolle ist auf Bitumen-Papier aufgeklebt oder aufgesteppt erhältlich. Da keinerlei Zugbeanspruchung auftritt, ist diese etwas lockere Befestigung ausreichend. Wer mehr tun will, kann die Sillan-Wolle-Schicht noch mit Mull überspannen.

Die Hi-Fi-Kombination TMH 55 wird in einem flachen, hinten offenen Gehäuse aus Dämmplatten montiert geliefert. Sie wird mit vier Schrauben an zwei der vorderen Stäbe befestigt. Die daneben und darunter freibleibenden Streifen der Schallwand werden mit Dämmplatten ausgelegt. Alles übrige ergibt sich aus den Skizzen (*Bild 1* bis 4).

Siegfried Petry

Bild 1. Die selbstgebaute Hi-Fi-Eckbox

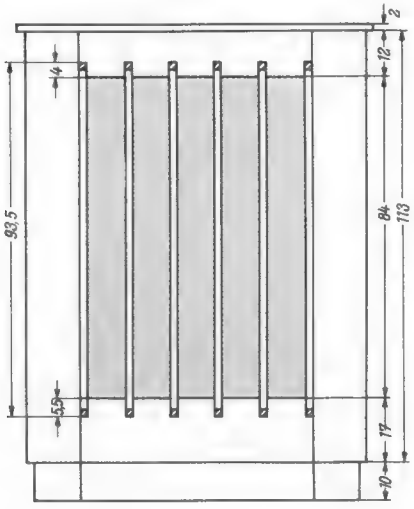
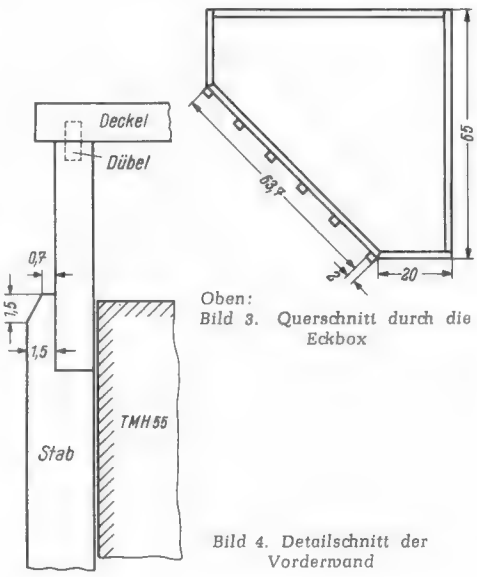


Bild 2. Frontansicht mit der Lautsprecheröffnung



Oben:
Bild 3. Querschnitt durch die Eckbox

Bild 4. Detailschnitt der Vorderwand

Die
Kurzwellen- und UKW-Baubücher
von Ingenieur H. F. Steinhauser

Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure
Teil I und II
Zwei Doppelbände · Je 128 Seiten mit je 52 Bildern, darunter zahlreichen maßstäblichen Konstruktionszeichnungen. **2. und 3. Auflage**
Nr. 31/32 und 66/67 der Radio-Praktiker-Bücherei.
Preis 3.20 DM

UKW-Sender- und Empfänger-Baubuch
Doppelband · 128 Seiten mit 73 Bildern, darunter 24 maßstäblichen Konstruktionszeichnungen.
3. und 4. Auflage
Nr. 45/46 der Radio-Praktiker-Bücherei
Preis 3.20 DM

UKW-Hand-Sprechfunk-Baubuch
64 Seiten mit 45 Bildern, darunter 20 maßstäblichen Konstruktionszeichnungen. **3. und 4. Auflage**
Nr. 49 der Radio-Praktiker-Bücherei
Preis 1.60 DM

KW-Baubücher, wie sie sein sollen!

Zu beziehen durch alle Buch- und viele Fachhandlungen. Bestellungen auch an den Verlag.

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Überlastungsschutz für Drehspulmeßwerke

Empfindliche hochwertige Drehspulmeßwerke können sehr leicht überlastet und zerstört werden. Bringt man jedoch an der Stelle des Vollausschlages einen Zeigerkontakt an, dann läßt sich auf einfache Weise ein automatisch wirkender Überlastungsschutz herstellen.

Das Prinzip der Schutzschaltung ist in *Bild 2* dargestellt. Sobald der Vollausschlag erreicht ist, schließt der Zeiger über den Kontakt K das Relais an seine Stromquelle an. Das ansprechende Relais öffnet den Kontakt A und schließt den Kontakt B, wobei A den Meßkreis

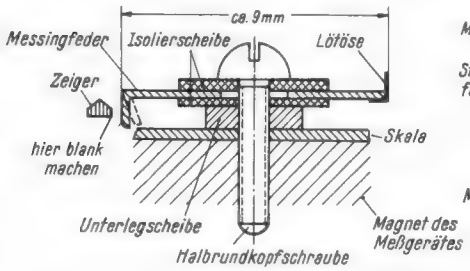


Bild 1. Anordnung des Zeigerkontaktes

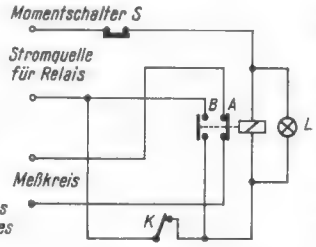


Bild 2. Schaltung des Überlastungsschutzes

unterbricht, so daß eine Überlastung nicht zustande kommen kann. Die Unterbrechung veranlaßt natürlich ein Zurückwandern des Zeigers. Ein damit verbundenes Abfallen des Relais wird dadurch verhindert, daß der Kontakt B mit seinem Schließen die Funktion des Kontaktes K übernommen hat. Zugleich wird der Überlastungszustand durch das Aufleuchten der parallel zur Relaisspule geschalteten Kontrollampe angezeigt. Nach der Korrektur des Überlastungszustandes genügt ein Druck auf den Momentschalter S, um das Relais durch Unterbrechung seines Stromkreises wieder zum Abfallen zu bringen. Da das Meßwerk immerhin noch für einige Zeit den Überlastungsstromstoß auszuhalten hat, muß das Relais genügend empfindlich sein, um diese Überlastungszeit kurz zu halten. Um zu verhindern, daß der Zeiger beim Überschwingen das Relais auslöst, obwohl der volle Strom noch gar nicht erreicht ist, baut man zweckmäßig eine Verzögerungsdrossel in Reihe zum Schalter S ein.

Um den Zeigerkontakt anzubringen, entferne man zunächst den in jedem Instrument vorhandenen federnden Anschlag am rechten Ende der Skala, der von einer Schraube gehalten wird. In das dabei freiwerdende Gewinde wird eine etwas längere Rundkopfschraube eingesetzt, die eine Federkontaktanordnung nach *Bild 1* trägt. Diese Anordnung besteht aus einem 0,05 mm dicken Messingblech, das von zwei Isolierscheiben gehalten wird und auf der einen Seite zur Kontaktfeder umgebogen ist, während zur anderen Seite ein Lötanschluß hergestellt wird. Durch vorsichtiges Entfernen des Lackes wird dann die Zeigerkante als Gegenkontakt gegenüber dem Messingblech geeignet gemacht. Der Lötanschluß an der zusätzlich eingebauten Kontaktfeder führt zu einer isolierten Klemme. Der andere Pol zum Anschluß des Kontaktes K, also der Zeiger, liegt an der Masse des Instrumentes.

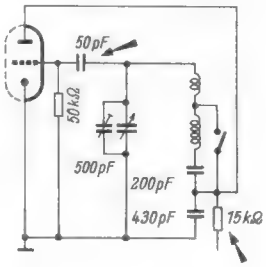
Wolfgang Schucht

Rundfunkgerät arbeitet nur auf Langwelle

Ein Standardsuper des Baujahres 1948/49 arbeitete nur noch im Langwellenbereich, weshalb ein Fehler im Oszillatorkreis angenommen wurde. Eine Überprüfung der Anodenspannung der Röhre ECH 4 mit einem Instrument mit 333 Ω/V zeigte nur noch eine Anodengleichspannung von 25 V an. Nach dem Auswechseln des Widerstandes von 15 kΩ im Anodenstromkreis *(Bild)* stieg die Spannung wieder auf ihren Normalwert an. Die Nachprüfung ergab, daß der alte Widerstand seinen Wert bis auf 10 MΩ vergrößert hatte.

Das Gerät arbeitete jetzt zwar im Langwellenbereich besser, setzte aber immer noch in den beiden anderen Bereichen aus. Nach dem Auswechseln der als Mischröhre arbeitenden ECH 4 arbeitete das Gerät in allen drei Bereichen, aber nur wenn man zuerst im Langwellenbereich hörte und von diesem auf die anderen Bereiche umschaltete. Der Oszillator kam beim direkten Einschalten der beiden unteren Bereiche nicht ins Schwingen. Eine Prüfung sämtlicher Schaltelemente im Oszillatorkreis ergab, daß der 50-pF-Kondensator am Steuergitter zeitweise einen Isolationsfehler aufwies. Nach dem Ersatz dieses Kondensators arbeitete das Gerät auch mit der alten Röhre ECH 4 wieder einwandfrei.

H. Sch.



Oszillatorkreis mit den beiden schadhaften Bauteilen; Kurzwellenbereich zur Vereinfachung weggelassen

Eine vielseitige Prüfschallwand

Bei der Überprüfung moderner Hi-Fi-Verstärker, wie sie auch in den Endstufen von Spitzenempfängern vorliegen, ist ein einfacher Lautsprecher kein geeignetes Hilfsmittel mehr, da es ja nicht mehr

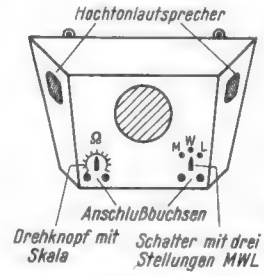


Bild 1. Einbau der Lautsprecher und Einstellknöpfe in die Schallwand

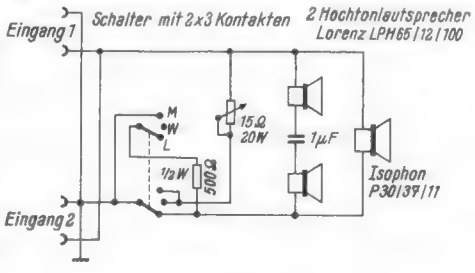


Bild 2. Schaltbild mit den Daten der Einzelteile. Der Wahlschalter hat die Stellungen W = Widerstand, L = Lautsprecher, M = Mithören

allein darum geht, ob „etwas herauskommt" sondern „wie" es herauskommt. Zudem ist es oft notwendig, die Wiedergabe bei wesentlich höheren Leistungen zu begutachten, als ein einfacher Prüflautsprecher verarbeiten kann. Sind aber auch noch Frequenzgänge aufzunehmen oder Tonköpfe zu justieren, dann sind sehr objektive Kontrollen des Ausgangssignals notwendig. Bei all diesen Arbeiten werden es die anderen Mitarbeiter in der Werkstatt begrüßen, wenn zudem noch kaum etwas zu hören ist.

All diese Wünsche werden von einer Schallwand erfüllt, wie sie in *Bild 1* gezeichnet ist. Die Schaltung der Anlage zeigt *Bild 2*. Sie besteht aus einem Tief- und zwei Hochtonsystemen. Die beiden parallel liegenden Eingangsbuchsen können mit einem Umschalter entweder an die Lautsprecherkombination oder an ein veränderliches „Widerstandsphantom" gelegt werden. Eine dritte Schalterstellung ermöglicht außerdem das leise Mithören, wenn mit dem ohmschen Abschlußwiderstand gearbeitet wird. Dieser Abschlußwiderstand, dessen Belastbarkeit je nach Verwendungszweck zwischen 10 und 100 W liegen kann, besitzt eine geeichte Einstellskala, die jeweils die angeschlossene Impedanz anzeigt. Beim Mithören wird die Lautsprecherkombination über einen Widerstand von 500...1000 Ω dazugeschaltet, wobei die geringe Beeinflussung des Abschlußwiderstandes vernachlässigt werden kann.

Die Schallwand wird in geeigneter Höhe über dem Arbeitsplatz aufgehängt. Zur Prüfung eines Gerätes wird dieses nach der Einstellung der erforderlichen Impedanz am Widerstand an der einen Seite angeschlossen, während Röhrenvoltmeter, Oszillograf oder Klirrfaktormeßbrücke an der anderen Seite anzuschließen sind.

Friedhelm Voges

Fernseh-Service

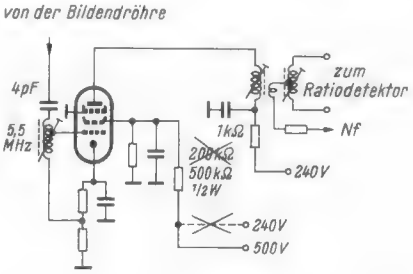
Große Lautstärke beeinflußt die Bildhelligkeit

Ein Kunde brachte ein Fernsehgerät, dessen Bildhelligkeit bei zu großer Lautstärke schwankte. Ein Abklopfen aller Teile ergab die Gewißheit, daß kein mechanischer Fehler vorlag. Darauf wurde aus der Schaltung festgestellt, daß die Anodenspannung für die Nf-Vorröhre an der Boosterspannung abgenommen wird, um das unangenehme Brummen nach dem Einschalten zu verhindern. Das Röhrenvoltmeter zeigte, daß diese Spannung bei großer Lautstärke schwankte. Daraufhin wurde die Schaltung so abgeändert, daß die Anodenspannung der Nf-Vorröhre von der normalen 240-V-Gleichspannung im Gerät abgenommen wurde. Die Schirmgitterspannung des Ton-Zf-Verstärkers wurde dagegen über einen Widerstand von 500 kΩ an der Boosterspannung abgegriffen *(Bild)*, um das Brummen nach dem Einschalten auf andere Weise zu verhindern. Die Schaltungsänderung erwies sich als richtig. Sie bewirkte zugleich, daß der Tonverstärker erst in Betrieb kam, wenn der Bildschirm schon ausreichend hell geworden war.

Der gleiche Fehler einer schwankenden Helligkeit bei großer Lautstärke tritt übrigens auch auf, wenn die Ton-Endröhre Gitterstrom hat, weil durch den stark schwankenden Anodenstrom die Gesamtspannung des Gerätes beeinträchtigt wird.

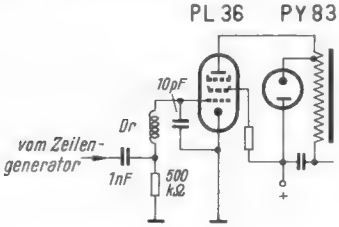
Werner Neumann

Um Helligkeitsschwankungen bei großen Lautstärken zu verhindern, wurde die Anodenspannung der 5,5-MHz-Verstärkerröhre an die 240-V-Speiseleitung angeschlossen, jedoch das Schirmgitter über den von 200 kΩ auf 500 kΩ vergrößerten Vorwiderstand an die Boosterspannung gelegt



Senkrechte schwarze Streifen im Bild

Mehrere senkrechte schwarze Streifen, die hauptsächlich in den oberen Kanälen auftraten, wurden beim Empfang eines Fernseh-Senders schwächer und ließen sich in ihrer Stärke wie auch in ihrer Lage durch Drehen des Zeilenfrequenzreglers beeinflussen. Damit zeigten sie einen besonders krassen Fall von wilden Schwingungen der Zeilenendröhre an. Ein Auswechseln dieser PL 36 brachte nur



Durch das Siebglied, bestehend aus der Drossel Dr und dem 10-pF-Kondensator konnte ein besonders krasser Fall von wilden Schwingungen bei der Zeilenkipp-Endröhre beseitigt werden

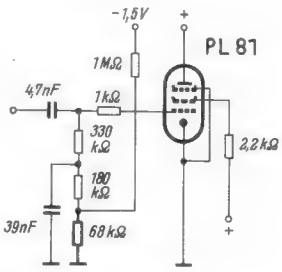
geringe Besserung, ebensowenig nutzte ein vor ihr Steuergitter gelegter Widerstand von 1 kΩ. Deshalb wurde an seiner Stelle eine kleine Drossel aus 20 Windungen eines um einen Bleistift gewickelten Drahtes eingesetzt und das Gitter noch zusätzlich durch einen keramischen Kondensator von 10 pF mit der Katode verbunden *(Bild)*. Beide wirkten für die wilden UKW-Schwingungen der Zeilenendröhre als Sperrkreis.

Die zusätzliche Kapazität ändert auch die Zeilenfrequenz um ein geringes, da sie eine Vergrößerung des Ladekondensators des Zeilengenerators darstellt. Mit dieser Maßnahme waren die störenden Streifen im Bild verschwunden. Die Größe der Drossel muß im Falle einer ähnlichen Reparatur ausprobiert werden.

Erich Schurig

Verstopfte Zeilenendstufe

Bei einem Fernsehgerät, das weder Ton noch Bild brachte, ergab die Nachprüfung der Elektrodenspannungen der Zeilenendröhre PL 81, daß deren negative Gittervorspannung ihren höchst zulässigen Wert von −14,5 V wesentlich überschritt. Damit war die Röhre verstopft und konnte nicht mehr schwingen, weshalb auch die Hochspannungserzeugung im Gerät ausfallen mußte. Eine nähere Untersuchung des Gitterableitwiderstandes zeigte, daß dieser aus drei Teilwiderständen aufgebaut war *(Bild)*, von denen der unterste die negative Vorspannung von −1,5 V für die Nf-Vorröhre des Tonteils lieferte. Dieser Widerstand hatte seinen Wert beträchtlich vergrößert. Damit wurde selbstverständlich die negative Vorspannung der Nf-Vorröhre soweit erhöht, daß diese Röhre gesperrt wurde; außerdem wurde auch das Schwingen der Zeilenendröhre verhindert. Die Korrektur des Widerstandes auf seinen richtigen Wert beseitigte denn auch beide Ausfälle.



Der 68-kΩ-Widerstand war zu groß geworden

Klaus B. Reinbach

Röhren und Kristalloden

Abstimmröhre EM 84. Valvo hat den Typ EM 84 ebenfalls in das Fertigungsprogramm aufgenommen. Diese Röhre bietet durch ihr helles Leuchtfeld (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 18, Seite 500) Vorteile für die Abstimmanzeige in Rundfunkempfängern oder zur Aussteuerungskontrolle in Tonbandgeräten. Sie läßt sich gleich gut waagerecht oder senkrecht anordnen und somit auch als Ersatz für ältere Röhren verwenden *(Valvo GmbH,* Hamburg 1).

Hauszeitschriften

Die nachstehend aufgeführten Hauszeitschriften sind nicht von der FUNKSCHAU zu beziehen, sondern sie werden den Interessenten von den angegebenen Firmen überlassen.

Der Philips-Kunde Heft 2/1957 ist ein Neuheitenheft und bringt nach einer Einführung in die Grundsätze des Rundfunkempfängerprogramms 1957/58 eine ausführliche Beschreibung aller Geräte von der Philetta bis zu den Philips-Konzertanlagen, Musikmöbeln, Kofferempfängern u. Autoradios. Ein Einblick in die Krefelder Fabrikationsstätten leitet die Unterrichtung über die Fernsehgeräte ein. Das Heft beschließt eine witzige Seite „Sommerferien" *(Deutsche Philips GmbH,* Hamburg 1).

Neue Druckschriften

Neue Preisliste für Valvo-Elektrolytkondensatoren. In dieser Liste sind die vom September 1957 an geltenden Preise für Hochvolt-, Niedervolt- und Miniatur-Niedervolt-Elektrolytkondensatoren zusammengestellt. Sie umfassen Becher- u. freitragende Rohrkondensatoren, die bei den Hochvolt-Ausführungen für Spannungswerte von 350/385 V bis 450/500 V reichen und Kapazitäten von 8...100 + 100 µF besitzen. Die Niedervolt-Ausführungen sind mit Kapazitäten von 55...100 µF für Spannungen von 12,5 und 25 V ausgeführt. Die Miniaturtypen für Kapazitäten zwischen 1,25 und 100 µF und Spannungen zwischen 3 und 70 V beginnen mit Abmessungen von 3,2 × 10,4 mm *(Valvo GmbH,* Hamburg 1).

Mitteilungen für alle Tonbandfreunde, Nr. 11. Die neue Ausgabe enthält wieder eine Menge Wissenswertes über das Tonband und seine Verwendung. Zuerst erfährt der Leser wie im Tonstudio Frankfurt 6000 km Tonspur auf neun Kopiermaschinen in kurzer Zeit übertragen werden. Sodann werden einige interessante Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Praxis, vom Tonband als Unfallzeuge bis zur sprechenden Zeitschrift in den USA aufgeführt. Daß der Kopiereffekt sich wesentlich nur in den ersten Minuten und Stunden nach der Aufnahme ändert und dann für lange Zeiträume fast unverändert bleibt, ist nur einer der Aufschlüsse, die der Fragekasten vermittelt, der den Abschluß der brauchbaren Druckschrift bildet *(BASF, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG,* Ludwigshafen am Rhein).

Heliodor-Gesamtverzeichnis. Mit 57 Seiten Umfang legt die Firma eine vollständige Zusammenstellung ihrer bisherigen Schallplattenproduktion vor, die ein ausgesprochenes Programm der leichten Unterhaltung darstellt. Die praktische Aufgliederung in Titel- und Künstlerverzeichnis sowie je ein Verzeichnis der Lang- und Normalspielplatten, die zusammen 142 Nummern umfassen, und eine Preisliste erleichtern die Benutzung des Kataloges *(Heliodor-Schallplatten-Vertrieb,* Hamburg 13, Rothenbaumchaussee 5).

Siemens - Fernsehantennen. Das Siemens-Antennenprogramm wurde sowohl typenmäßig als auch konstruktiv überarbeitet, wobei die neuesten Erkenntnisse der Hochfrequenz- und Werkstofftechnik zur Anwendung kamen. Die neue Druckschrift gibt eine Übersicht über die konstruktiven Ausführungen und die elektrischen Eigenschaften der neuen Antennen und bringt dann Tabellen für die einzelnen Ausführungsformen mit Angabe des Spannungsgewinns und des Vor/Rück-Verhältnisses. Außerdem wird das erforderliche Zubehör übersichtlich aufgeführt. Da auch sämtliche Preise angegeben sind, ist die Schrift eine wertvolle Unterlage für die technische Planung und die kaufmännische Kalkulation von Einzel- und Gemeinschafts-Antennen *(Siemens & Halske AG,* Berlin – München).

Saba-Verkaufshilfen für den Fachhandel. Übersicht über die für das neue Programm zur Verfügung stehenden Prospekte, Dias, Galvanos, Matern und Schaufenster-Werbemittel *(Saba,* Villingen/Schwarzwald).

Musik- und Fernsehtruhen 1957–58 faßt Kuba in einem vielfarbigen Faltblatt zusammen, dessen Titelbild das auf der Frankfurter Ausstellung gebrachte Fernsehgerät modernster Linienführung zeigt. Das reichhaltige Programm der Firma wird in zahlreichen Abbildungen vorgeführt, die die verschiedensten Gestaltungsmöglichkeiten von der einfachen Musiktruhe bis zur aufwendigsten Fernsehkombination zur Erfüllung aller technischen Wünsche zur Darstellung bringen. Ein besonderes Blatt bringt die Zusammenstellung der Preise *(Kuba-Tonmöbel und Apparatebau,* Wolfenbüttel).

Transistoren-Liste TG 1. Diese achtseitige Broschüre bringt neben wertvollen Anregungen auch Schaltungen von Transistorempfängern, Verstärkern und Spezialgeräten. Eine Preisaufstellung von Transistoren, Miniatur- und Subminiaturbauteilen vervollständigt die Übersicht. Die Druckschrift wird kostenlos abgegeben *(Walter Arlt,* Berlin-Neukölln und Düsseldorf).

... und trotzdem eine Antenne! Eine schnelle Übersicht mit Preisen über die auf dem Markt befindlichen UKW- und Fernsehantennen der Markenfirmen gibt diese neue Gruoner-Druckschrift. Sie erleichtert damit dem Verkäufer und Techniker die Auswahl und hilft somit den Kunden richtig zu beraten *(Otto Gruoner,* Stuttgart S).

Geschäftliche Mitteilungen

Die Firma *Otto Gruoner* hat die Ausstellungs- und Verkaufsräume ihres Hauses in Nürnberg, Marienplatz 12, neu gestaltet und wesentlich erweitert, um das gesamte Programm aller maßgebenden Herstellerwerke zeigen zu können.

Die Spezialfirma für Laden-Ausbauten der Uhren-, Optik- und Fotobranche *Emde-Ladenbau,* Schwelm in Westf., hat zu ihrem Fabrikationsprogramm die Herstellung von Möbeln und Ausbauten für die Radiobranche hinzugenommen. Die Firma übernimmt die innenarchitektonische Durchplanung für den Neu- oder Umbau, die Besprechung und Angaben für die am Bau beteiligten Handwerker, die Herstellung, Lieferung und Montage kompletter Einrichtungen sowie die Lieferung von Sitzmöbeln und Beleuchtungskörpern für den Verkaufsraum.

Schwach kommen Radio-Wellen Dir ins Haus,

stark bringen

Lorenz-Röhren sie heraus.

Wenn die Zeit des Schenkens beginnt . . .

Es geht auf Weihnachten zu, und auch Ihre Kunden werden allmählich die Geschenke für den Gabentisch auswählen. Einer der beliebtesten Geschenkartikel wird wieder die Schallplatte sein – vor allem aber die meistgekaufte M 45-Schallplatte. Das Programm der M 45-Platten ist so umfangreich und vielseitig, daß es allen Wünschen gerecht wird. Zur modernen Schallplatte aber gehört das moderne Phonogerät: Philips Mignon – ein Plattenspieler, der sich selbst bedient. Gerade in der Vorweihnachtszeit sollten Sie Ihren Kunden Mignon zeigen und vorführen.

Phono-Automat Mignon . . . . . DM 74,— und DM 79,—

PHILIPS

PHILIPS

Die Rundfunk- und Fernsehwirtschaft des Monats

Die Nachfrage nach Fernsehempfängern hat alle Vorhersagen für den Monat Oktober übertroffen. Eine Rundfrage bei einigen Großhändlern im Bundesgebiet ergab, daß noch im August während der Funkausstellung eine erste Belebung einsetzte; im September nahm der Umsatz weiter zu, und in der ersten Oktoberhälfte war eine bemerkenswerte Erscheinung zu registrieren: Bei einigen Firmen wurden stückzahlmäßig mehr Fernseh-Empfänger verkauft als Rundfunkgeräte! Das wertmäßige Verhältnis ist natürlich für das Fernsehgerät noch günstiger. Marktkenner erwarten einen weiteren steilen Anstieg bei Fernsehgeräten im November mit nachfolgendem Absinken der Umsätze im Dezember, während gleichzeitig der jetzt unbefriedigende Verkauf von Rundfunkgeräten anziehen dürfte. Entgegen den Erwartungen ist der Absatz von Musiktruhen mäßig, so daß das Jahresergebnis in dieser Sparte nicht ganz zufriedenstellend sein wird. Gerechterweise muß aber gesagt werden, daß bei Musikmöbeln einige Modelle und Fabrikate ausgesprochene Bestseller sind, während zahlreiche andere Typen kaum gefragt sind.

Bei den Fernsehempfängern verlagert sich das Interesse auf 53-cm-Modelle, die z. T. bereits in der zweiten Oktoberhälfte nicht mehr ausreichend lieferbar waren. Im großen und ganzen aber bleibt das 43-cm-Tischmodell der Favorit.

Eine Million Fernsehteilnehmer (diese Zahl wurde bekanntlich am 1. Oktober 1957 erreicht) bedeuten für die Rundfunkanstalten im Bundesgebiet und Westberlin eine monatliche Einnahme von 3,65 Millionen DM; der Rest von 1,35 Millionen DM fließt der Deutschen Bundespost zu. In diesem Jahr darf das Fernsehen mit einer Nettoeinnahme von rd. 33 Millionen DM rechnen, es wird mit einiger Sicherheit nicht mehr armer Kostgänger beim reichen Bruder Rundfunk sein. Die Lage ist bei den Rundfunkanstalten nicht einheitlich, weil 65 % der Einnahmen im Bereich der beiden großen Rundfunkanstalten Norddeutscher Rundfunk und Westdeutscher Rundfunk verbleiben; beide liefern aber nur 50 % des Programmes.

Fast jeder Fernsehteilnehmer im Bundesgebiet hat den Wunsch, irgendwie auf einer der vielen freien Stellungen des Kanalschalters seines Gerätes ein zweites Fernsehprogramm zu bekommen. In einigen Randzonen des Bundesgebietes ist das möglich, etwa entlang der holländisch/deutschen, der schweizerisch/deutschen und der österreichisch/deutschen Grenze. Nachdem nun die DDR-Fernsehsender im Grenzgebiet auf die CCIR-Norm umgestellt und sich in das zentraleuropäische Kanalschema eingepaßt haben, ist im östlichen Bereich des Bundesgebietes entlang der Zonengrenze der Wunsch nach Empfang des ostzonalen Fernsehprogrammes rege geworden.

Von hier und dort

Das *10. Geschäftsjahr der Deutschen Messe- und Ausstellungs AG*, Hannover, war erfolgreich und erbrachte eine Umsatzsteigerung von 24 % gegenüber dem Geschäftsjahr 1955, so daß erstmalig eine Dividende (4 %) zur Verteilung kommen konnte. Ende 1956 hatte die gesamte Ausstellungsfläche 332 000 qm erreicht (1947: 38 000 qm). Vom kommenden Jahr ab werden alle Aussteller der Industriemesse in festen Gebäuden untergebracht sein, nachdem im Frühjahr 1958 mit der Fertigstellung der drei Messehallen-Neubauten der „Elektromessehaus GmbH" mit 70 000 qm Fläche zu rechnen ist.

Wie aus der *Statistik der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI* hervorgeht, liegt der durchschnittliche Ab-Werk-Preis von Rundfunk-Tischempfängern einschl. Reisegeräten und Autosuperhets bei 164 DM, der der Fernsehempfänger (ohne Kombinationsgeräte) bei 575 DM.

Im September ging in den USA nach elfjähriger Dauer (!) einer der *größten Patentprozesse der elektronischen Industrie* zu Ende. Er sieht einen Vergleich zwischen der Zenith Corp. (Chikago) auf der einen und den Firmen Radio Corp. of America (RCA), General Electric Co. und Westinghouse auf der anderen Seite vor; die drei zuletzt genannten Firmen als die Beklagten zahlen rd. 10 Millionen Dollar an Zenith. In diesem Rechtsstreit ging es um die angebliche Monopolstellung der drei Beklagten auf gewissen Patentgebieten und um die „Erzwingung von illegalen und nicht zustehenden Lizenzgebühren". Für uns ist dieses Verfahren nur deshalb von Interesse, weil als sogenannte Mitverschwörer (dieser Begriff ist in Deutschland unbekannt, er entstammt der amerikanischen Antikartell-Gesetzgebung) der Beklagten u. a. folgende Firmen genannt wurden: N.V. Philips Co., Holland, Telefunken GmbH, Deutschland, Marconi und English Electric, Großbritannien, sowie die C. G. T. S. F., Frankreich. Gegen die RCA schweben zur Zeit noch zwei Antikartell-Klagen des amerikanischen Justizministeriums sowie eine Zivilklage der Philco Corp.; hier geht es um 150 Millionen Dollar Schadensersatz wegen „erzwungener Lizenzzahlung für Patente".

Die amerikanischen Fabriken fertigten in den ersten sieben Monaten des laufenden Jahres *3,09 Millionen Fernsehempfänger* gegen 3,8 Millionen Stück in der gleichen Zeit des Vorjahres. Heute werden in den USA 15 % aller Fernsehempfänger ab Werk mit Dezimeterwellen-Einsatz geliefert.

Über die Entwicklung *der größten Fernsehgerätefabrik in der DDR, VEB Rafena vorm. VEB Sachsenwerk, Radeberg/Sachsen*, nennt eine vom Werk herausgegebene Broschüre interessante Zahlen. Im Jahre 1951 wurden 30 000 Fernsehempfänger vom Typ „Leningrad" gebaut, 1952 waren es 33 000 Stück, 1953 wurden 39 000 Stück gefertigt und neue Typen vorbereitet; 1954 stieg die Jahresfertigung auf 41 000 Fernsehempfänger, 1955 verließen 39 000 Geräte das Werk und 1956 rd. 56 000 Stück. Die Planung für 1957 sieht 100 000 Fernsehempfänger vor, die sich auf acht Typen verteilen. Außerdem werden ein Spitzen-Rundfunkgerät („Beethoven") und das Tonbandgerät „Smaragd" gebaut.

Persönliches

Dipl.-Ing. Udo Blässer, Technischer Direktor des Senders Freies Berlin, stand am 1. Oktober 25 Jahre im Dienste von Rundfunk und Fernsehen. Er begann seine Laufbahn nach Beendigung des Studiums bei Siemens & Halske, arbeitete dann im Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, im Reichspostzentralamt und später bei der Reichsrundfunkgesellschaft. 1947 ging er zum NWDR-Berlin und wurde bei der Gründung des Senders Freies Berlin dessen Technischer Direktor. In dieser Eigenschaft war er auch für den Bau des Fernsehstudios in Berlin verantwortlich.

Am 31. Dezember dieses Jahres wird **Friedrich Bender** als Leiter der Pressestelle der Berliner Ausstellungen ausscheiden und am 1. Januar 1958 in die Pressestelle der Deutschen Philips GmbH in Hamburg eintreten. Friedrich Bender hat u. a. im Rahmen der Technisch-Literarischen Gesellschaft (Teli) viel Arbeit für die Verbreitung technischen Wissens in Tages- und Fachzeitschriften geleistet.

Die Herren **Karl Hutzler** (Werbeleiter), **Erwin Ellermann** (Exportleiter) und **Rudolf Demel** (Leiter der Rechtsabteilung) wurden zu Handlungsbevollmächtigten bei der Firma Metz Apparatefabrik, Fürth ernannt.

In der Telefunken GmbH, Hannover, wurden **Arnold von Brackel** zum Vertriebsdirektor für Elektroakustik u. technische Magnetophone, **G. Mannhardt** zum Vertriebsdirektor für Rundfunk- und Fernsehempfänger, Heim-Magnetophone und Abspielgeräte sowie **William Olufs** zum Direktor der Exportabteilung ernannt.

Direktor Hans Eckstein hat die *Grundig-Werke* seit 1946 in Entwicklungsfragen beraten, trat dann am 1. 12. 1949 in das Werk ein und übernahm die Leitung der Rundfunkgeräte - Entwicklung, die noch heute in seinen Händen liegt.

Direktor Dipl.-Ing. Wolf Zaune trat am 20. 2. 1948 bei Grundig ein und übernahm zunächst die Leitung eines Labors. Seit 1951 war ihm die Betriebsleitung der Werke II und III in Nürnberg anvertraut, in denen Tonband- und Diktiergeräte hergestellt werden.

Neue Preise für FRANZIS-Fachbücher

Behn-Diefenbach, Die Kurzwellen. 4. Aufl.	Leinen	16.– DM
Bergtold, Mathematik für Radiotechniker u. Elektroniker	Leinen	19.80 DM
–, Moderne Schallplattentechnik. 2. Aufl.	z. Z.	vergriffen
Diefenbach, Bastelpraxis	Leinen	7.40 DM
Goldammer, Der Fernseh-Empfänger. 2. Aufl.	Leinen	14.– DM
Jacobs, Lehrgang Radiotechnik. 4. Aufl.	Leinen	7.40 DM
Knobloch, Der Tonband-Amateur. 3. Aufl.	kart.	4.90 DM
Leucht, Die elektrischen Grundlagen der Radiotechnik. 2. und 3. Aufl.	Leinen	7.40 DM
Limann, Funktechnik ohne Ballast 3. u. 4. Aufl.	Leinen	14.80 DM
–, Fernsehtechnik ohne Ballast	Leinen	14.80 DM
Marcus, Kleine Fernsehempfangs-Praxis. 3. Aufl.	z. Z.	vergriffen
Mende, Die funktechnischen Berufe	kart.	4.20 DM
Richter, Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie. 3. Auflage	Leinen	16.80 DM
Ratheiser, Röhren-Handbuch. 2. Aufl.		26.80 DM
–, Nachtrag zum Röhren-Handbuch. 1. Aufl.		2.90 DM
Renardy, Leitfaden der Radio-Reparatur	Leinen	17.– DM
Rose, Formelsammlung für den Radio-Praktiker	z. Z.	vergriffen
Schweitzer, Röhrenmeßtechnik kart. 12.– DM,	Halbl.	13.80 DM
Steimel, Elektronische Speisegeräte	Leinen	16.80 DM
Röhren-Taschen-Tabelle	z. Z.	vergriffen
Kristalldioden- und Transistoren-Taschen-Tabelle	kart.	4.90 DM
Elektronenröhren-Physik, Hauptband	Leinen	16.80 DM
–, Neue Folge Heft 1 4.80 DM, Heft 2		9.60 DM
Die Röhre im UKW-Empfänger II/III	kart. je	4.80 DM
Taxliste, 5. Ausgabe 1957/58	kart.	4.40 DM

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

Wenn Ela: dann PHILIPS ELA

Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung

GRUNDIG
1947
1957
5 Millionen
GRUNDIG-GERÄTE
brachten durch ihre Schönheit, Präzision und Qualität vielen Freunden des Rundfunks und des Fernsehens unzählbare Stunden ungetrübter Freude ins Haus. Jetzt werden jährlich über 1 Million GRUNDIG-Geräte gefertigt, denn: GRUNDIG-Geräte sind gut und ganz große Klasse!
GRUNDIG

Aus der Industrie

Transistor-Autoempfänger Blaupunkt-Bremen. Die Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim, teilen mit, daß das Blaupunkt-Autoradiogerät *Bremen*, das bisher nur als Röhrengerät geliefert wurde, nun auch als Transistor - Empfänger gebaut wird und ab sofort lieferbar ist. Das Gerät, das den Namen *Bremen-Transistor* trägt, besitzt ebenso wie der Autosuper *Wiesbaden* drei Transistoren, eine Transistor-Gegentakt-Endstufe und einen Transistor im Stromversorgungsteil. Das bisher übliche separate Stromversorgungsteil entfällt also auch bei diesem Gerät. Ein weiterer Vorteil des Transistoren-Gerätes gegenüber dem Röhrengerät ist eine höhere Ausgangsleistung, die sich vor allem in der Klangqualität ausdrückt, sowie der erheblich geringere Strombedarf, der etwa ein Drittel des bisherigen beträgt.

Der Blaupunkt-Autosuper Bremen-Transistor ist zum Preise von DM 199.– zuzüglich Zubehör erhältlich.

Rundfunknetz für Saudi-Arabien. Für die *Stimme Mekkas* gab König Saud I. von Saudi-Arabien fünf Kurzwellen- und zwei Mittelwellen-Rundfunksender bei Siemens & Halske und Telefunken, die für dieses Projekt eine Arbeitsgemeinschaft gebildet haben, in Auftrag. Die Sender, die insgesamt eine Energie von 450 kW ausstrahlen werden, sind für die Hauptstadt Er Riad und die danach bedeutendste Stadt Dschidda am Roten Meer bestimmt. Der gesamten islamischen Welt wird damit die Möglichkeit gegeben, die *Stimme Mekkas* zu empfangen.

Der saudi-arabische Finanzminister, Excellenz Mohammed Sourur, bei der Unterzeichnung des Vertrages über die Lieferung von Rundfunksendern

Der Jahresabschluß 1956/57 der Firma Saba, Villingen/Schwarzwald, bestätigt erneut die günstige Umsatz- ud Ertrags-Entwicklung der Vorjahre. Bei einem Beschäftigungsstand von mehr als 3000 Personen ist der höchste Jahresumsatz seit Bestehen der Firma mit rund 80 Millionen DM erzielt worden. Die gesteigerte Nachfrage nach Rundfunk-, Fernseh- und Tonband-Geräten erfordert eine weitere Expansion der Fertigung. Durch die Arbeitsmarktlage sind jedoch gewisse Grenzen gesetzt, so daß verstärkte Maßnahmen auf dem Gebiete der Rationalisierung und der Automation nötig sind. Aus diesem Grund ist der Auslauf der Kühlschrankproduktion beschlossen worden; die freiwerdenden Arbeitskräfte kommen den Engpässen der Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräte-Fertigung zugute.

Weitere Senkung von Schallplattenpreisen. Philips hat die Preise der Langspielplatten-Serie BL von 24 auf 19 DM herabgesetzt. Die Serie umfaßt das sehr reichhaltige Jazz-Programm an Aufnahmen mit Louis Armstrong, Duke Ellington, Benny Goodman, Bessy Smith und vielen anderen Künstlern, die besonders mit dem „Newport Jazz Festival" in weiterem Umkreis bekannt wurden.

Das neue Tonmöbelwerk der Metz Apparatefabrik, Fürth, wurde in Zirndorf, in schönster landschaftlicher Lage nur wenige Kilometer vom Stammwerk entfernt in Betrieb genommen. Der moderne Neubau bietet in drei großen, farbenfrohen Werkhallen 30 000 Quadratmeter Arbeitsfläche, auf denen bis zu 400 Arbeiter und Arbeiterinnen an den notwendigen Maschinen untergebracht werden können. Eine der mit breiten Fenstern versehenen Hallen ist schon seit diesem Sommer zur Herstellung von Tonmöbeln in Betrieb. Zusammen mit dem großen Maschinensaal geben sie fünf Fließbändern und zahlreichen Pressen, Fräs- und Poliermaschinen Raum. Von der das Holz lagernden Trockenkammer läuft das Material nur 200 Minuten lang durch den Betrieb bis es als fertig poliertes Gehäuse für Radio- und Fernsehgeräte oder als Truhe und Schrank das Werk verläßt. Besonderer Wert wurde auf die Beseitigung von gesundheitlich schädlichen Stoffen wie Schleifstaub oder Lacknebel gelegt, womit nicht nur technisch sondern auch hygienisch ein vorbildlicher Betrieb geschaffen wurde.

Aus den Vereinen

Der Modell-Bau-Club Ulm veranstaltet im Ulmer Rathaus vom 28. November bis 1. Dezember 1957 eine Modellbau-Ausstellung, auf der von der Jugend gebaute Modelle von Flugzeugen, Schiffen, Eisenbahnen, Fahrzeugen, Maschinen und Gebäuden, ferner Möbel, Rundfunkgeräte, Schnitzarbeiten und Plastiken gezeigt werden. Die Ausstellung, deren beste Modelle prämiert werden sollen, will unter dem Motto „Basteln – ein nützliches Hobby, das technische Begabung weckt und fördert" zeigen, daß die Jugend ihre Freizeit auch nützlich verbringen kann.

BRAUN

In die Triennale aufgenommen

Dieses Gerät stand in der deutschen Musterwohnung der Triennale 1957 in Mailand. Der Musikschrank HM 5 war von der Jury für diese „Weltausstellung des guten Geschmacks" ausgewählt worden, weil er als Beispiel heutiger Wohnkultur internationales Niveau hat.
HM 5 mit Gegentakt-Endstufe, Viertouren-Plattenspieler DM 880.-,
HM 6 mit Zehnplatten-Wechsler **DM 930.-**

Die Gestaltung Ihres Verkaufsraumes

liegt bei uns in guten Händen

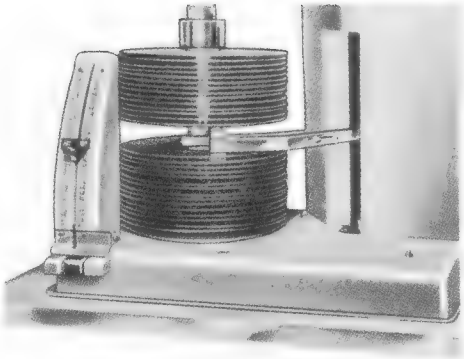
Wir beraten Sie bei dem individuellen Ausbau Ihres Ladens.

Wir liefern Ihnen die komplette Einrichtung, einschl. Schaukasten-Anlage, Beleuchtung, Bestuhlung

EMDE-LADENBAU · Schwelm i. Westf.

Postfach 335 · Telefon-Sammel-Nr. 30 43 / 44

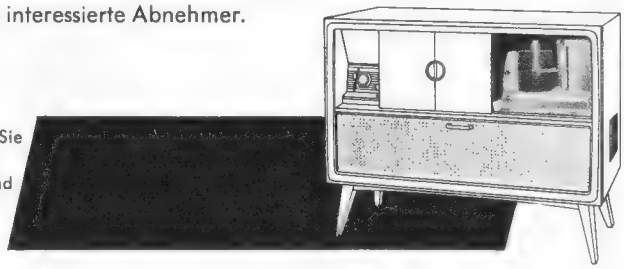
SEINER ZEIT VORAUS –



Sixty

60-Platten-Selbstwähler

für Musikfreunde, die höchsten Bedienungskomfort beim Plattenspielen wünschen. Einfacher Druck auf Tasten – und die gewählten Platten in gewünschter Reihenfolge erklingen. Das Gerät ist für 17,5-cm-Platten mit 45 U/min bestimmt und wird als Chassis zum Einbau in Tonmöbel geliefert.
Auch Gaststätten, Hotels, Tanzschulen usw. sind interessierte Abnehmer.

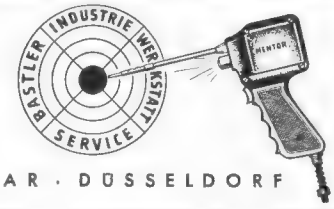


Verlangen Sie Prospektmaterial und Angebot von der

Wiegandt TONMÖBEL-VERTRIEBS-GMBH
HEIDELBERG · ZÄHRINGER STRASSE 38

Schneller und billiger löten mit

MENTOR-LÖTPISTOLEN



ING. DR. PAUL MOZAR · DÜSSELDORF

Liefert alles sofort und preiswert ab Lager

Lieferung nur an Wiederverkäufer!

Preiskatalog wird kostenlos zugesandt!

GROSSVERTRIEB
Radioröhren-Import-Export

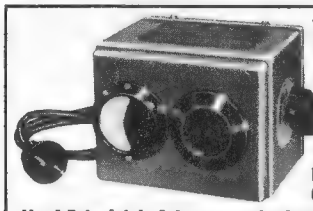
Hamburg-Altona
Schlachterbuden 8

Ruf-Nummer 312350
Telegramm-Adresse:
Expreßröhre Hamburg

Die guten Eigenschaften von **Rali-UKW-** u. **Fernsehantennen** kommen erst **recht zur Geltung,** wenn man sie montiert mit **Rali-UKW-** und **Fernsehkabel**

Rali

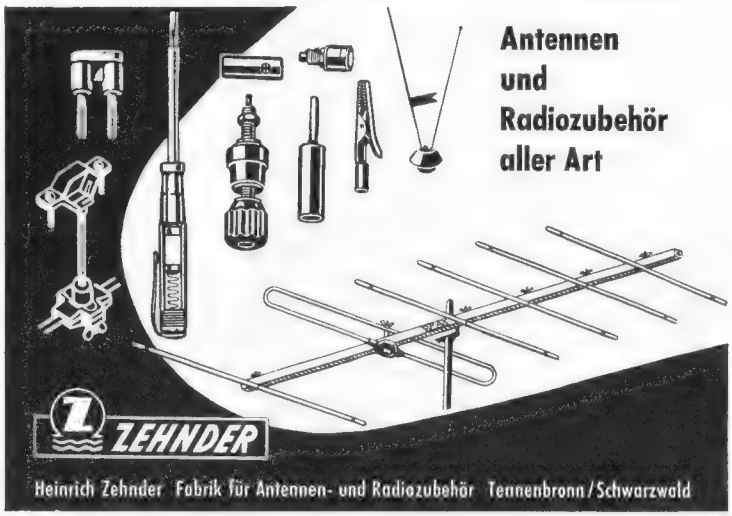
Verkaufsbüro für RALI-Antennen, WALLAU-LAHN
Schließfach 33, Fernsprecher Biedenkopf 8275



VORSCHALT-REGELTRANSFORMATOREN
für Fernsehzwecke

Leistung 250 VA Type RS 2 a Regelbereich Prim. 75 - 140 V, umklemmbar auf Prim. 175 - 240 V, Sec. 220 V DM 78.75
Type RS 2 Regelbereich Prim. 175 - 240 V, Sec. 220 V DM 75.60
Diese Transformatoren **schalten** beim Regelvorgang **nicht ab,** daher keine Beschädigung des Fernsehgerätes.
Bitte Prospekte anfordern über weiteres Lieferprogramm.
Groß- und Einzelhandel erhalten die üblichen Rabatte.

Karl Friedrich Schwarz · Ludwigshafen/Rh. Bruchwiesenstraße 25 · Telefon 67446



Antennen und Radiozubehör aller Art

Heinrich Zehnder Fabrik für Antennen- und Radiozubehör Tennenbronn/Schwarzwald

ROBERT KARST, BERLIN SW 29

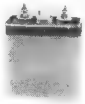
FEMEG

ALS SONDERPOSTEN NEU EINGETROFFEN:

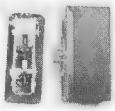
Amerikanische Blei-Sammler-Kippsichere-Ausführung, Type B8 - 54 A, 2 V - 28 A, ungefüllt, Gr. 9 x 13 x 7½ cm; Gewicht ca. 1500 g **DM 12.50**

Elko US, 3 V - 24000 MF, Größe 7 x 11 cm, Gewicht ca. 550 g **DM 5.–**

Nickel-Cadmium-Zelle, 1,2 V, ca. 4 A, Größe 70x80x25 mm, ungef., Gew. ca. 400 g **DM 4.20**



Engl. Handmikrofon, mit Kohlekapsel, Umschalter, Schnur und Stecker, vielseitig verwendbar; Gew. ca. 230 g **DM 6.50**



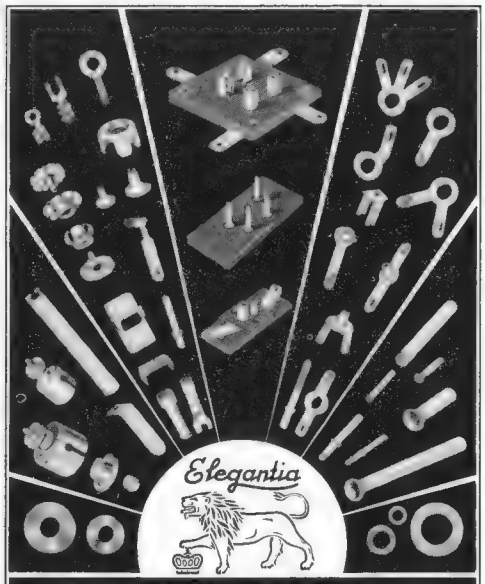
Amerik. Zerhackerpatronen, Type Nr. 814, Betriebsspannung 2 V, Antriebsleistung 4,5 Watt; Gew. ca. 500 g **DM 4.50**

Zerhacker-Patronen, ESrls ESBV 44/73, 12 V, Antriebsleistung 3 Watt, höchster Schaltstrom 5 A; Gewicht ca. 900 g **DM 6.50**

Streifenschreiber, Type Lorenz T 36, überarbeitet, betriebsklar Stückpreis **DM 420.–**

Auslandsvertretung Schweiz:
Firma Schnellmann, Scheuchzerstraße 20, Zürich 6

MÜNCHEN 2, AUGUSTENSTRASSE 16, TEL. 593535



WITTE & CO.
ÖSEN- U. METALLWARENFABRIK
WUPPERTAL - UNTERBARMEN
GEGR. 1868

FREQUENTOL

Neuer Universal-Kleber für die gesamte HF-Technik
verlustarm - schnelltrocknend - tropenfest
100 ccm DM 3.20, 50 ccm DM 1.80
brancheübliche Rabatte
Großabnehmer Sonderpreise

Heinz Schütze GRÄFELFING bei München
Postfach 8 - Telefon München 89095

Schwedisches Import-Unternehmen

sucht Baukästen für Amateure und Bastler, gerne mit Transistoren, Surplus, Miniatur-Komponente, Lautsprecher, Transistoren, gedruckte Schaltungen, Transistor- und Batterieempfänger, LP-Schallplatten, Löt-Zubehör, Werkzeuge und andere Artikel auf dem Gebiete des Radio, TV und Hi-Fi. Ihrer w. Offerte sehen wir baldigst entgegen auf Deutsch oder Englisch mit Katalogen und Preisangaben (en gros) zu

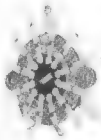
TELMECO IMPORT - Box 624 - Stockholm 1

Händler-Preisliste HL 8/57 Röhren und Material!

Röhren Hacker
GROSSVERTRIEB

Alle Röhren u. Material im Post-Eilversand lieferbar
BERLIN-NEUKÖLLN, SILBERSTEINSTR. 5/7

KONTAKTSCHWIERIGKEITEN?



Alle Praktiker der Hochfrequenztechnik
UKW-Technik
Fernsehtechnik
Fernmeldetechnik
Meßtechnik
kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe an Vielfachschaltern.
CRAMOLIN hilft Ihnen

Cramolin beseitigt unzulässige Übergangswiderstände und Wackelkontakte. Cramolin verhindert Oxydation, erhöht die Betriebssicherheit Ihrer Geräte. **CRAMOLIN** ist garantiert unschädlich, weil es frei von Säuren, Alkalien und **Schwefel** ist; wirksam bis -35° C. **CRAMOLIN wird zu folgenden Preisen u. Packungen geliefert:** 1000-ccm-Flasche zu DM **24.—**, 500-ccm-Flasche zu DM **13.—**, 250-ccm-Flasche zu DM **7.50**, 100-ccm-Flasche zu DM **3.50**, je einschl. Glasflasche, sofort lieferbar, ab Werk Mühlacker. Rechnungsbeträge unter DM 20.— werden nachgenommen. (3 % Skonto).

R. SCHÄFER & CO 2 · Chemische Fabrik
(14a) MÜHLACKER · POSTFACH 44

GENERAL RADIO COMPANY, USA
Elektronische Präzisionsgeräte

VARIAC, der Markenname für Regeltransformatoren. Leistungen von 300 VA bis 25 kVA. Einzeln und gekuppelt. Einbau-, Aufbau- und tragbare Modelle. Geeignet für jahrelangen Dauerbetrieb. Gleiche Zuverlässigkeit wie von Transformatoren mit fester Übersetzung. Weit über eine Million Variacs in Gebrauch.

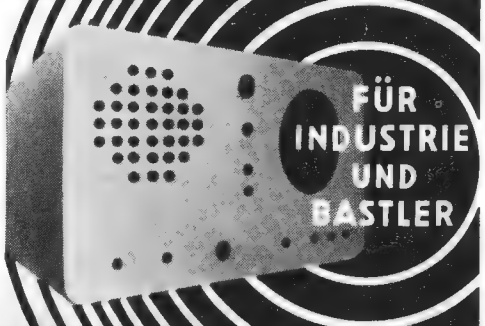
Sonderausführungen: Variacs mit Kugellagern. Variacs mit Motorantrieb. Variacs für Frequenzen von 250 bis 1200 Hz.

Mit eingebauten Variacs arbeiten: Netzspannungskonstanthalter, Wirkungsgrad bis 98 %. Drehzahlregler für Motoren (Speisung von Gleichstrommotoren aus dem Wechselstromnetz).

Druckschriften auf Wunsch.

Import und Alleinvertrieb durch:
DEUTSCHE VERTRETUNG
DR.-ING. NÜSSLEIN
ETTLINGEN-KARLSRUHE
DÖRNIGWEG 6

METALLGEHÄUSE



PAUL **LEISTNER** HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4-6
Hersteller für FUNKSCHAU-Bauanleitungen · Preisliste anfordern!

Wir liefern

USA KATALOGE

Amerikanischer Konkurrenzfirmen aus ihrem Produktionsbereich

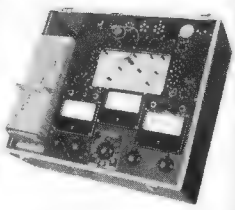
Teilen Sie uns bitte mit, welche Erzeugnisse und Kataloge für Sie interessant sind – wir beschaffen sie Ihnen. Sie werden 50 bis 200 Kataloge im Jahr erhalten – außerdem Preislisten, Muster, Verkaufsberichte usw. Verlangen Sie bitte kostenlos Zirkular.

Seit 1925

CONTINUOUS CATALOGUES SERVICE, INC.
Dept. GE-65-C, 684 Broadway · New York 12, N. Y. USA

FUNKE-Röhrenmeßgeräte

mit der narrensicheren Bedienung auch durch Laienhände u. den millionenfach bewährten Prüfkarten (Lochkarten). Modell W 20 auch zur Messung von Germaniumdioden. Stabilisatoren usw. Prospekt anfordern.



MAX FUNKE K. G. Adenau/Eifel
Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

STELLENGESUCHE UND - ANGEBOTE

Rundf.- u. Fernsehtechn., vertraut m. allen vorkommend. Rep.-Arbeiten gesucht. **Radio-Schanz,** Soest i. W., Markt 8

Rundfunkmechanikermeister, 35 J., perfekt in Nf-, Hf-Meß-, Sende- u. Fernsehtechnik sucht passend. Wirkungskr. Raum Frankfurt, Mannheim, Karlsruhe bevorzugt. Angeb. unter Nr. 6826 W

VERKAUFE

MISCHPULTVERSTÄRKER, 5 Eing., 2×Mikro, TB, TA, Rundf. Ausg. 6, 15, 200 Ω, 100 V. 60 W. Aussteuerungskontr. Neuwert. m. Röhr. f. DM 515 zu verk. J. Kraus, Pronsfeld/Kr. Pruem, Postst. 1

Engel-Umf. 220 = /220 – 1 A, m. Siebg. u. AEG El.-Schwingsäge g. Geb. Anfr. unter Nr. 6828 G

60-Watt-Verstärker, Röhren: EF 86, EF 94, EK 90, EC 92, 2×EL 51, 2×AZ 12, EM 85. Eingänge: 2×Mik. 2×TA. 1×Rundf. Ausg.: 6, 15, 200 Ω (100 V), Frequenzber. 40–16000 Hz. Klirrfaktor 5 %. Zuschr. an Josef Kraus, Pronsfeld/ Kreis Prüm.

Telefon - Wählerzentralen für internen Betrieb

Für 3 Teilnehm.	nur	160 DM
5 „	„	210 DM
9 „	„	300 DM
10 „	„	400 DM
15 „	„	500 DM
25 „	„	900 DM

FEMEG, München 2, Augustenstr. 16

120 Handgeneratoren 4 V, 4 A, 16 W, deutsche Wehrmachtstype je DM 32.–. **400 Handgeneratoren** 3 / 12 / 165 W, engl. Armeetype je 32.– DM. FEMEG, München 2, Augustenstr. 16

Feldkabel, Ia Zustand, auf Rollen je 1600 m, verdrillt. Preis 180.– DM incl. Trommel. Meterpr. = 5,6 Pfennig. FEMEG, München 2, Augustenstr. 16

Langspielband, Standardband in High-Fidelity-Qualität lief. f. den Tonband-Amateur z. äußerst günstig. Preisen: TONBAND-VERSAND, Dr. G. Schröter, Karlsruhe-Durlach, Schinnrainstr. 16

Thermokreuz 0.75 A und Keramikspule amerikan., Preis DM 5.20. Krüger, Mchn., Erzgießereistr. 29

SUCHE

Alte Jahrg. der Amateur-Zeitschriften: CQ, QRV, + DL–QTC +, + QTS + ges. Ang. an B. Holy. München 13, Görresstr. 28

Labor - Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Kaufe Röhren-Gleichrichter usw. **Heinze, Coburg,** Fach 507

Rundfunk- und **Spezialröhren** aller Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin, München 15,** Schillerstr. 18, Telefon 5 03 40

Meßgeräte, Röhren, EW, Stabis sowie Restposten aller Art. **Nadler, Berlin-Lichterfelde,** Unter den Eichen 115

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **Intraco GmbH.,** München 2, Dachauer Str. 112

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger

Zu kaufen gesucht
US-Stahlhelm
Sende-Empfänger
US-Feldtelefone TA 43/PT
AN/GRC-Geräte
Angebote erbeten
H. Mittermayer
Fernmeldetechnik
München 13, Habsburgerpl. 3

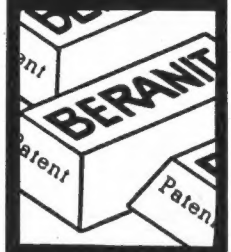
US-SURPLUS

8000 US-Umformer verschiedener Typen eingetroffen
H. Mittermayer
Nachrichtengeräte
München 13 · Habsburgerpl. 3

Kleinst-Netztrafos
streuarm
220 V/6, 3 V 4/A 150 V 20 mA, 42×42×30 mm per Stück 6.30 DM
Dobberkau, Herford
Postfach 226

Meßgeräte, Rundfunkeinzelteile, Werkzeuge u. Plattenspielautomat
mit Geldwurfeinrichtung aus Konkursmasse
zu verkaufen
Anfragen an
Rechtsanwalt Gretzinger
Villingen / Schwarzw.
Postfach 233

BERANIT



Imprägnier- u. Tauchmassen für höchste Beanspruchung
Dr. Ing. E. Baer
Heidenheim/Brz.

Röhren
Einzelteile-Geräte
sehr preisgünstig von:
J. Blasi jr.
Landshut/Bay.
Schließfach 114
Aus meinem Sonderangebot B/57, 2C22, 3D6, 3B7 je **0.90 DM**, 1A3, 1U4, 7F7, 7W7 je **1.50 DM.**
bitte Liste A/56-57 fordern!

Ch. Rohloff
Oberwinter b. Bonn
Telefon: Rolandseck 289

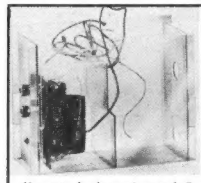
Aus US-Beständen gesucht
Lautsprecher LS 166/U
Kopfhörer H 63/U, neu
Hörer H 33/PT, neu
Local Controlbox C 434/GRC
H. Mittermayer
Fernmeldetechnik
München 13, Habsburgerpl. 3

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Lautsprecher-Reparaturen
in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
SENDEN / Jller

neu
Radiobasteln ein Spiel
mit dem modernen RIM-Experimentier-Baukasten
EX-BA-KA
Kein Löten! Jeder Versuch ein betriebsfertiges Gerät.
Verlangen Sie Angebot
RADIO-RIM
München 15 · Bayerstr. 25

Radio-Ersatzteile sowie Zubehör aller Art
liefert Ihnen zu besonders günstigen Preisen
MERKUR-RADIO-VERSAND
Berlin-Dahlem, Amselstraße 11/13
● Fordern Sie kostenlos unsere neueste Liste an ●



Einmaliger Gelegenheitskauf!
Aus ehem. Wehrmachtsbeständ. leichter **80-m-Ballonsender** für Batterie-Betrieb. In Zelluloidgehäuse m. Batterie-Raum. Abmessung 145 x 105 x 60 mm. Bestehend aus 1 Röhre MC 1, Buxenanschlußdrähten usw. auf Perdinax-Platte montiert u. feuchtigkeitsgesch. Sämtl. Geräte ungebr., Preis p. St. DM 3.50 solange Vorrat. Auch geeignet f. Fernsteuerung. Schaltbild v. Sender DM –.60. Umbauanleitung DM –.80.
KRÜGER, MÜNCHEN, Erzgießereistraße 29

Über 10.000 Radio- u. Fernsehhändler verwenden:
»RAVE«
- Geschäftsbücher
- Karteien
- Vordrucke

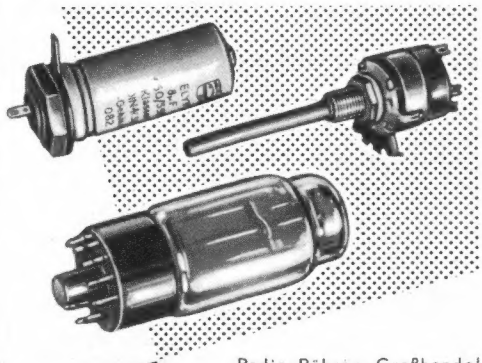
In Sonderausführung für den Radio-, Fernseh- und Phonohandel. Preisliste und Muster bitte kostenlos anfordern!
RADIO-VERLAG EGON FRENZEL · (21a) GELSENKIRCHEN
Postfach 354

Röhren Elektro- und Rundfunkgeräte
fast alle Fabrikate liefert
Franz Heinze
Großh. Coburg
Fach 507

Sonder-Angebot
Einige 1000 gut erhaltene, wenig gebrauchte 45 U.p.M.
Schallplatten
aus neuerer Produktion, zum Einzelpreis von **DM 1.80** abzugeben. Händler erhalten gestaffelten Mengenrabatt.
Kassel, Postfach 773

Markenheizlüfter
2000 Watt - 3stufig
1 Jahr Garantie
brutto **69.50**
netto **48.50**
./. 3 % + Versandspesen per Nachnahme von
Otto Vogel
Eberau über Bamberg

GEIGER-MÜLLER ZÄHLGERÄTE
Schaltungen für Batterie- und Netzzählgeräte DM 1.–
Zählröhre DM 29.–
Einzelteilliste kostenlos
RADIO-SIEGERT
BAYREUTH · Leuschnerstraße



Neu eingetroffen einmaliger Sonderposten amerikanischer Trockenbatterien: Type BA 279/U: 21×21×6 cm, Spann. 1,5/67,5/135/ —6 V, Gew. ca. 3750 g, 1 St. DM 6.50, 2 St. originalverp. DM. 10.—. **Type BA 270/U:** 7×19×6,5 cm, Spann. 1,5/45/90 —4,5 V, Gew. ca. 1200 g, 1 St. DM 6.80, 4 St. originalverp. DM 20.—. **Type BA 419/U:** 19×10,5×6cm, Spann. 22,5/45/67, 5/90 V, Gew. ca. 1600 g, 1 St. DM 5.40, 3 St. origianalverp. DM 13.—. **Type BA 200/U:** 6,5×10×6,5 cm, Spann. 6 V, Gew. ca. 450 g, 1 St. DM 2.40. **Type BA 2:** 8,5×6,5×5,5 cm, Spann. 22,5 V, Gew ca. 400 g, 1 St. DM 2.—, 6 St. originalv. DM 10.—. **Type BA 403/U:** 10×11,5×3,5 cm, Spann. 1,5 V, Gew. ca. 450 g, 1 St. DM 1.60, 5 St. originalv. DM 6.50. **Type BA 40:** 13,5×18×10,5 cm, Spann. 1,5/90 V, Gew. ca. 3500 g, 1 St. DM 7.40. **Type BA 36:** 10,5×14,5×6,5 cm, Spann. 22,5/45 V, Gew. ca. 1500 g, 1 St. DM. 4.80. **Type BA 23:** 6,5×16 cm, Spann. 1,5 V, Gew. ca. 850 g, 1 St. DM 3.20.

FEMEG - München - Augustenstraße 16

RS 237
RS 241
RS 391
sowie viele andere Röhrentypen zu kaufen gesucht
Schnürpel
München, Heßstraße 74/0

MIT KAETS BESSER GEHTS

Radio-Röhren-Großhandel
H · KAETS
Berlin-Friedenau
Niedstraße 17
Tel. 83 22 20 · 83 30 42

KATHREIN
MULTIKA die Hochleistungs-Breitband-Fernsehantenne
breitbandig für Kanal 5-11 ● mit hohem Gewinn ● scharfbündelnd
ANTON KATHREIN · Rosenheim/Obb. Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

Für unsere Niederlassung im Rheinland suchen wir

Offert-Ingenieur

mit praktischen Erfahrungen auf dem Gebiete der HF- und drahtlosen Nachrichtentechnik. Wir bieten selten breites und abwechslungsreiches Arbeitsgebiet, angenehmes Betriebsklima und Aufstiegsmöglichkeiten.

Nur Herren, die über ein überdurchschnittliches Können verfügen, geben ihre Bewerbung mit Lebenslauf und üblichen Unterlagen unter Nr. 6824 P an den Franzis-Verlag, München 2, Karlstraße 35.

Wir suchen

Hochfrequenz-Ingenieure
Rundfunktechniker
Rundfunkmechaniker

für Fertigung und Reparatur von elektronischen und funktechnischen Meßgeräten für sofort und später.

Bewerbungen erbeten an:

ROHDE & SCHWARZ
München 9, Tassiloplatz 7

INDUSTRIE-UNTERNEHMEN IM RHEINLAND

sucht sofort

Schalt- und Meßtechniker der Fachrichtung Elektro-Akustik, bevorzugt Studio-Gerätebau

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen und ausführlichem, handgeschriebenen Lebenslauf mit Gehaltsansprüchen werden erbeten unter Nr. 6825 V an die Expedition dieses Blattes

---

Wir suchen einen

Betriebsleiter

der die Fertigung von Drahtwiderständen, Potentiometern und evtl. Kondensatoren genauestens überwachen und weiter ausbauen kann. Überdurchschnittliche Kenntnisse sind erforderlich. Unser Unternehmen befindet sich in Westfalen. Die Erzeugnisse unseres Werkes werden in der gesamten Elektro-, Fernseh- und Radiobranche bereits seit einigen Jahren mit Erfolg eingesetzt.

Geboten wird: Überdurchschnittliches Einkommen, gutes Betriebsklima, Wohnung kann evtl. gestellt werden.

Bewerbungen mit den übl. Unterlagen erbeten unter der Nr. 6823 J.

Bremer Exportfirma

sucht tüchtigen jungen

Radiotechniker

für kaufmännische Tätigkeit. Voraussetzung neben guten Fachkenntnissen ist Schrift- und Verhandlungsgewandtheit. Sprachkenntnisse erwünscht. Bei Eignung eventuell späterer Auslandseinsatz möglich.

Ausführliche Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen unter Nummer 6831 L

PRAKLA Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung GmbH.
Hannover, Haarstraße 5

stellt weiterhin

tüchtige Rundfunkmechaniker

zur Bedienung und Betreuung
elektronischer Meßapparaturen

im geophysikalischen Außendienst zunächst für Inland, bei Bewährung auch für Ausland oder für Labortätigkeit in Hannover ein.

Nur selbständig arbeitende und verantwortungsbewußte Herren mit abgeschlossener Lehre und Führerschein 3 mögen ihre Bewerbungen mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften einsenden.

Radio- und Fernsehtechnikermeister

27 Jahre, sucht neuen Wirkungskreis zum 1. 1. oder 1. 4. 1958

Angebote erbeten unter Nr. 6830 X

Elektro-Monteur

23 Jahre, Führersch. III, ungekündigt, mit sehr guten Kenntnissen in der Fernseh-Radio-Tonbandtechnik, möchte sich verändern. Angeb. unter Nr. 6829 D.

Rundfunk-Fernsehtechniker

zur selbständigen Leitung unserer Werkstatt gesucht. Möbliertes Zimmer steht zur Verfügung. Wir erwarten einen jungen tüchtigen Fachmann, der bereit ist, in einem angenehmen Betriebsklima sein Bestes zu leisten.

M & H MEINEL & HEIMANN
HANNOVER - Alte Celler Heerstraße 59

Aus US-Beständen gesucht

Converter	M 209 B
Adapter	MX 949/A/U
Mikrofone	M 29/U
Stecker	U 77 10 polig

H. Mittermayer
Fernmeldetechnik
München 13, Habsburgerpl. 3

Rundfunktechniker oder -Mechaniker

evtl. auch Kurzwellen-Amateur, vertraut mit UKW-Sendeanlagen, für interessante Tätigkeit (Kunststoff-Verschweißung) nach Frankfurt a. M. gesucht.

Bewerbungen mit handschriftl. Lebenslauf u. Nachweis der bisherigen Tätigkeit sowie Gehaltswünschen erb. unter Nr. 6827 K.

Wir suchen zum sofortigen Eintritt einige tüchtige

Rundfunkmechaniker und Feinmechaniker

INSTITUT Dr. FÖRSTER, REUTLINGEN
Grathwohlstraße 4, Telefon Nr. 40 54

Antennen und Zubehör

ASTRO

ADOLF STROBEL
(22a) Bensberg Bez. Köln

Wir suchen in Nähe Stuttgart einen jüngeren, ledigen

Elektro-Mechaniker

evtl. Rundfunkmechaniker od. Installateur für die Einarbeitung im Reparatur- und Montagedienst elektronischer Meßgeräte. Erwünscht: strebsamer Mitarbeiter, welcher Interesse auf berufliche Weiterbildung legt. Angebote unter Nr. 6386 F

Gesucht wird zum baldmöglichsten Eintritt jüngerer

RUNDFUNK-MECHANIKER

für Tonbandgeräte-Fertigung (Prüffeld) im Kreis Villingen/Schwarzwald.

Übliche Bewerbungsunterlagen unter der Nr. 6822 A an den Franzis-Verlag, München

Neue SAF-Bauelemente

SAF-Dioden

Verbesserte Daten, kleineres Typensortiment für den gesamten Anwendungsbereich. Verlangen Sie Druckschrift L 630 a!

SAF-Silizium-Gleichrichter

Äußerst geringe Verluste, kleine Abmessungen, großer Wirkungsgrad. Informieren Sie sich mit dem Prospekt L 629 a!

STANDARD ELEKTRIK

Aktiengesellschaft

Gleichrichter- und Bauelementewerk SAF Nürnberg

76 046

VOLLMER

STUDIO-MAGNETTON-GERÄTE

Führend durch 2- und 3fach **polumschaltbare Synchrontonmotoren, System VOLLMER,** mit ihren hervorstechenden Merkmalen:

Absolut netzsynchrone Drehzahl der Tonrolle!
Keine Schleifringe! Kein Getriebe!

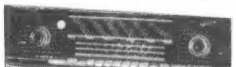
Deshalb: Genaueste zeitliche Reproduzierbarkeit der Tonaufnahmen, hohe Betriebssicherheit, geräuscharmer Lauf, relativ kleines Gewicht, große Handlichkeit

Anfragen - auch über die Umstellung von anderen Fabrikaten auf das System VOLLMER - richten Sie bitte an die erste Spezialfirma m. mehr als 10jährig. Rundfunkerfahrung f. Präzisions-Magnetton-Maschinen:

Eberhard Vollmer, Techn.-phys. Werkstätten, Plochingen

TEKA-PHONOCHASSIS
3tourig, 33⅓—45—78 U/min Druckknopfumschalter, Plattenteller m. Gummiauflage **39.50**

GRAETZ RAUMKLANG SPITZENSUPER SYMPHONIA 422 EINBAUCHASSIS 4 Lautspr.



2 Breitband-Lautspr. 260×180 mm, 1 Lautspr. 130 × 170 mm, 1 Schallkompressor 8 AM/13 FM Krs., 8 Rö., Wechselstrom umschaltbar 110—240 V, UKW-K-M-L-TA, 13 Druckt. m. Klangreg. einschl. 3 Abschalttasten f. Außen-Lautspr., Mag. Auge, Raumklang, Breitbandschalter, eingebauter Höhen u. Baßregler, Schwungrad-Duplex-Antrieb **269.50**

ORIG.-GEHÄUSE Edelholz hochglanzpoliert mit Schallwand u. Bespannstoff, seitl. Lautspr.-Abdeckung, Bodenplatte, Rückwand, eingeb. UKW-Antenne 680×405×305 mm **29.50**

LOEWE LORD KOFFER-SUPER-GEHÄUSE

Sperrholz, Kunstlederbezug in den Farben grün oder rot für einzubauende versenkb. Teleskop-Antenne und Batteriegurt **12.95. Antenne** einzeln Orig. ausziehbar **5.95. 6fach. Drucktastenaggregat** orig. **6.50**
Skalenscheibe orig. **3.95**

Netzteil passend für obigen Koffer mit Gleichrichter, 3 Elektrolyt-Kondensatoren, Netztrafo, Widerständen u. Netzspannungswähler kompl. geschaltet mit Anschlußkabel sowie Batterieklemmen 1 Stück **9.50**

Luftdrehko
2×10/2×500 pF mit Innentrieb 1:3 und Skalenantriebsrad, Antriebsachse links unten, Fabr. Dau 1 Stück **4.95**

Plastik-Batteriehalter
passend für 3 Monozellen 1 Stück **—.50**

SIEMENS-Trockengleichrichter
Batterieladegerät 2—6 V, 0,6 A **12.50**

ÄUSSERST GÜNSTIGES ANGEBOT IN FERNSEH-BAUTEILEN

Original NSF Fernsehkanalwähler geschaltet für 10 Kanäle mit Zauberröhre E 88 CC, PCC 85 **57.50**
Dto. ohne Röhre, jedoch kompl. geschaltet **42.50**

FB 06 Zeilenausgangstrafo m. Hochspannungsteil u. Bildbreitenregler für DY 86 für Fernsehbildröhre AW 43—80 **26.50**

FB 12 Orig. Fernseh-Gleichrichter 220 V, 350 mA **9.75**

FB 12a Dto. 220 V, 300 mA **8.75**

FB 18 Germaniumdiode **—.80**

FB 18a Sup.-Miniatur-Flächen-Transistor, Techn. Daten ähnlich OC 340 **3.75**

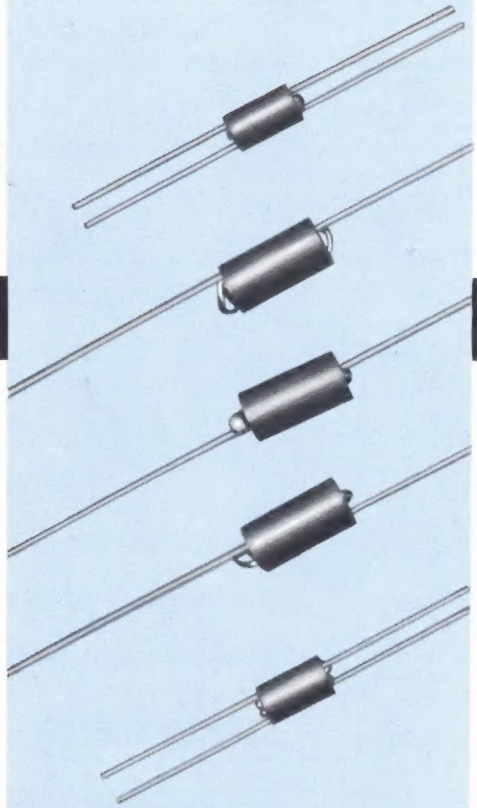
FB 24 Ablenk- u. Fokussiereinheit AT 1007 für Weitwinkelröhre 90° m. statischer Fokussierung für modernste Rö. z. B., AW 43—80 und AW 53—80 **39.50**

Weitere Fernsehteile auf Anfrage!

Aufträge unter DM 10.— können nicht ausgeführt werden. Versand per Nachnahme zuzüglich Versandspesen. Verlangen Sie ausführliche Liste T 14.

TEKA-WEIDEN / OPF., Bahnhofstraße 115

Hans Schimmel
Tal 1o/IV 1k.



Entstörung

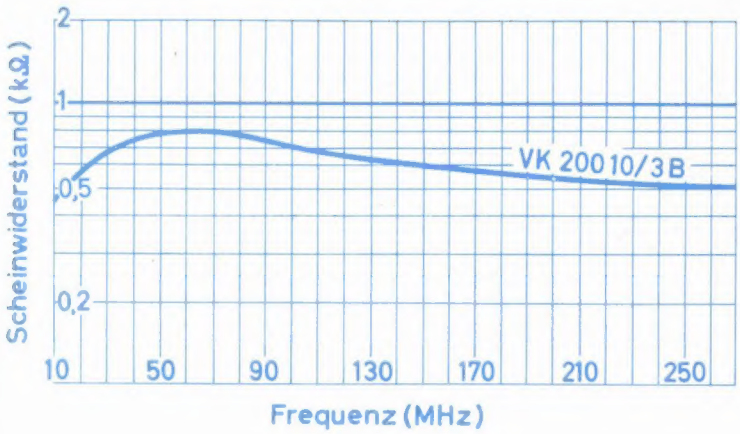
mit

FERROXCUBE BREITBANDDROSSELN

im UKW- und FERNSEHbereich

Für die Entstörung von Motoren, Zerhackern, Zündanlagen u. a. m. sowie zur Störstrahlungsverminderung von UKW-Rundfunk- und Fernsehgeräten sind FERROXCUBE Breitbanddrosseln hervorragend geeignet. Sie lassen sich wie Widerstände in die Schaltung einlöten und können auch auf engstem Raum, z. B. in Kleinmotoren, zusätzlich eingebaut werden. Ihre wesentlichen Eigenschaften sind:

- **Hoher Schein- und Wirkwiderstand in einem Bereich von 10 ... 500 MHz**
- **Niedriger Widerstand für technischen Wechselstrom und für Tonfrequenz**
- **Gleichstromwiderstand ca. 10 mΩ**
- **Spannungsverhältnis im Zusammenwirken mit einem Kondensator 1000 : 1**



Außerdem liefern wir **FERROXCUBE Dämpfungsperlen,** die einfach über den Leiter geschoben werden. Jede Perle stellt einen Dämpfungswiderstand von ca. 30 Ω dar, ungefähr in dem gleichen Bereich, der oben für Ferroxcube Breitbanddrosseln angegeben ist. Ferroxcubeperlen dienen vornehmlich zu Entkopplungszwecken in UKW-Schaltungen.

Auf Anfrage erteilen wir gern weitere Auskünfte.

Wir stellen aus:
INTERKAMA 1957 Düsseldorf
Halle A 4, Stand Nr. 11

VALVO

HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19

11095/172